



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 100 44 509 A 1

51 Int. Cl.⁷:
F 16 D 65/12
B 60 B 27/00
B 60 T 1/06

21 Aktenzeichen: 100 44 509.8
22 Anmeldetag: 8. 9. 2000
43 Offenlegungstag: 26. 4. 2001

DE 100 44 509 A 1

30 Unionspriorität:

11-256578	10. 09. 1999	JP
11-283108	04. 10. 1999	JP
11-363068	21. 12. 1999	JP
11-366169	24. 12. 1999	JP
11-373277	28. 12. 1999	JP
2000-6691	14. 01. 2000	JP
2000-47158	24. 02. 2000	JP
2000-130063	28. 04. 2000	JP

71 Anmelder:

NTN Corp., Osaka, JP

74 Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,
80538 München

72 Erfinder:

Tajima, Eiji, Iwata, Shizuoka, JP; Fukushima,
Shigeaki, Iwata, Shizuoka, JP; Torii, Akira, Iwata,
Shizuoka, JP; Azuma, Kazuhiro, Iwata, Shizuoka,
JP; Kinpara, Naoshi, Iwata, Shizuoka, JP; Ohtsuki,
Hisashi, Iwata, Shizuoka, JP; Yamamoto, Kazunari,
Iwata, Shizuoka, JP; Takaki, Masuo, Nishi, Osaka,
JP; Niki, Motoharu, Nishi, Osaka, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Bremsscheibe und Radlageranordnung

57 Es wird eine zuverlässige Bremsscheibe und eine zuverlässige Radlageranordnung vorgeschlagen, welche eine Einstellung eines Lauffehlers einer Bremsscheibe in der Fabrik des Kunden überflüssig machen. Für einen Lauffehler sowohl der Befestigungsfläche als auch der Rückseite der Bremsscheibe selbst und einen Lauffehler der Seite des Radbefestigungsflansches des Innenelements, woran die Bremsscheibe angebracht wird, wird die maximale Differenz zwischen den Spitzenwerten von Hochpunkten und Tiefpunkten in jeder Periode eines Flächenlauffehlers auf einen Standardwert begrenzt, und die Bremsscheibe wird an dem Radbefestigungsflansch angebracht, wodurch die Notwendigkeit eines Anbringens der Bremsscheibe und Einstellen eines Lauffehlers nach einer Montage in der Fabrik des Kunden zum Liefern einer zuverlässigen Radlageranordnung für Automobile beseitigt wird.

DE 100 44 509 A 1

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Autobremsscheibe und eine Radlageranordnung

Verschiedene Arten von Radlageranordnungen sind bekannt, einschließlich solcher für Antriebsräder und solcher für Nicht-Antriebsräder. Fig. 27 zeigt eine Radlageranordnung für ein Antriebsrad. Diese umfaßt ein Außenelement 3 mit zwei Laufbahnen 3a, 3b, welche auf dessen Innenumfangsfläche ausgebildet sind, ein Innenelement 1 mit zwei Laufbahnen 1a, 1b, welche den jeweiligen Laufbahnen 3a, 3b gegenüberliegen, und Wälzelemente bzw. Kugeln 8, welche zwischen den Laufbahnen 3a, 3b auf dem Außenelement 3 und den Laufbahnen 1a, 1b auf dem Innenelement 1 in zwei Reihen angeordnet sind. Das Innenelement 1 weist einen Flansch 2 auf, welcher geeignet ist, an einem Rad befestigt zu werden, und ist mit einer keilverzahnten Bohrung 9 ausgebildet, in welche eine Antriebswelle eingesetzt wird.

Eine Bremsscheibe 5 ist durch Bolzen 18 an der Außenseite 2a des Flansches 2 angeordnet und zwischen der Außenseite 2a und der Radnabe durch Bolzen 7 befestigt. Jeder Lauffehler der Bremsscheibe 5 kann Schwingungen bzw. Quietschen während eines Bremsens bzw. einen ungleichmäßigen Verschleiß der Bremsscheibe und/oder der Bremsbacke bewirken.

Bremsscheiben und Radlager werden gewöhnlich an einen Automobilhersteller geliefert, der diese zusammenbaut. Es war übliche Praxis, eine Einstellung auf einen minimalen Lauffehler der Bremsscheibe 5 während bzw. nach Montieren der Scheibe und des Radlagers vorzunehmen, wobei dies beispielsweise durch Einstellen der Winkelposition der Befestigungsbolzen 7 erfolgte. Eine derartige Arbeit ist jedoch lästig und ineffizient.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Bremsscheibe und eine Radlageranordnung zu schaffen, welche zuverlässig sind und keine Lauffehlereinstellung bei einem Automobilhersteller erfordern.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Erfindungsgemäß ist eine Bremsscheibe vorgesehen, welche an einem Drehelement einer Radlageranordnung zum drehbaren Lagern eines Rads an einer Fahrzeugkarosserie mittels Doppelreihen-Wälzkörpern angebracht ist. Die maximale Lauffehleränderung einer Befestigungsfläche auf der Seite der Bremsscheibe, welche an das Drehelement angrenzt, ist auf einen vorbestimmten Wert begrenzt.

Durch Begrenzen der maximalen Lauffehleränderung der Befestigungsfläche auf der Seite der Bremsscheibe, welche an das Drehelement angrenzt, auf einen vorbestimmten Wert wird ein Lauffehler der Bremsscheibe, welche an dem Bremsselement angebracht ist, auf einen niedrigen Wert innerhalb eines gewünschten Bereichs unterdrückt, und eine lästige Lauffehlereinstellung nach der Montage ist nicht mehr erforderlich.

Durch Begrenzen der maximalen Lauffehleränderung einer Rückseite der Befestigungsfläche, an welcher eine Radnabe angebracht wird, auf einen vorbestimmten Wert ist es möglich, den Lauffehler der Bremsscheibe zu unterdrücken.

Durch dessen Begrenzung auf 50 µm oder weniger wird die Bremsscheibe zuverlässig und erfordert keinerlei Lauffehlereinstellung nach der Montage.

Die Begrenzung der Lauffehleränderung pro Zyklus der Befestigungsfläche bzw. von deren Rückseite auf einen bestimmten Wert ist es möglich, den Lauffehler der Bremsscheibe zu glätten.

Erfindungsgemäß sollte die Lauffehleränderung pro Zyklus der Befestigungsfläche auf 30 µm oder weniger begrenzt sein.

Erfindungsgemäß sollte die maximale Differenz zwischen den Spitzenwerten von Hochpunkten bzw. die Maximaldifferenz zwischen den Spitzenwerten von Tiefpunkten bei jedem Lauffehlerzyklus der Befestigungsfläche oder von deren Rückseite auf einen vorbestimmten Wert begrenzt sein. Dadurch ist es möglich, den Lauffehler der Bremsscheibe auf einen niedrigeren Wert zu unterdrücken. Der vorbestimmte Wert sollte nicht größer als 30 µm sein.

Erfindungsgemäß ist es vorzuziehen, daß die Frequenz pro Lauffehlerdrehung der Befestigungsfläche ein Vielfaches der Anzahl von Radbefestigungsbolzen beträgt oder die Anzahl von Befestigungsbolzen ein Vielfaches der Frequenz beträgt. Es ist daher möglich, die Verformung der Bremsscheibe infolge einer auf den Befestigungsbolzen angewandten Anzugskraft gleichmäßig zu machen und den Lauffehler der Bremsscheibe zu unterdrücken, welcher sich aus der Verformung der Bremsscheibe ergibt.

Erfindungsgemäß ist eine Radlageranordnung vorgesehen, welche ein Außenelement mit zwei Laufbahnen auf dessen Innenfläche, ein Innenelement mit zwei Laufbahnen auf dessen Außenfläche, die den jeweiligen Laufbahnen auf dem Außenelement gegenüberliegen, und zwei Reihen von Wälzkörpern umfaßt, welche zwischen den gegenüberliegenden Laufbahnen angebracht sind, wobei ein Radbefestigungsflansch auf dem Außenelement oder dem Innenelement ausgebildet ist, wobei eine Seite des Radbefestigungsflansches eine Befestigungsfläche für eine Bremsscheibe ist, dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Lauffehleränderung der Bremsscheiben-Befestigungsfläche auf einen vorbestimmten Wert begrenzt ist.

Durch die Grenzen der maximalen Änderung eines Lauffehlers der Bremsscheiben-Befestigungsfläche des Radbefestigungsflansches auf einen vorbestimmten Wert ist es möglich, einen Lauffehler der Bremsscheibe zu unterdrücken, ohne nach einer Montage eine lästige Lauffehlereinstellung vorzunehmen.

Erfindungsgemäß sollte der vorbestimmte Wert 50 µm und vorzugsweise 30 µm betragen.

Durch Begrenzen der Lauffehleränderung pro Zyklus der Bremsscheiben-Befestigungsfläche auf einen vorbestimmten Wert ist es möglich, den Lauffehler der Bremsscheibe zu glätten.

Durch Begrenzen der Maximaldifferenz zwischen den Spitzenwerten von Hochpunkten bzw. der Maximaldifferenz zwischen den Spitzenwerten von Tiefpunkten bei jedem Zyklus eines Lauffehlers der Bremsscheiben-Befestigungsfläche auf einen vorbestimmten Wert ist es möglich, den Lauffehler der Bremsscheibe zu unterdrücken.

Es ist vorzuziehen, daß die Frequenz pro Lauffehlerdrehung der Bremsscheiben-Befestigungsfläche ein Vielfaches der Anzahl der Radbefestigungsbolzen beträgt oder die Anzahl der Radbefestigungsbolzen ein Vielfaches der Frequenz beträgt. Dadurch ist es möglich, die Verformung der Bremsscheibe infolge einer Anzugskraft, welche auf den Befestigungsbolzen angewandt wird, gleichmäßig zu machen und den Lauffehler einer Bremsscheibe zu unterdrücken, welcher sich aus der Verformung der Bremsscheibe ergibt.

Ferner wird bei der Anordnung, bei welcher die Bremsscheiben-Befestigungsfläche die Außenseite des Radbefestigungsflansches ist, durch Neigen dieser Seite nach außen hin zu der Spitze des Radbefestigungsflansches, wenn die Bremsscheibe und die Radnabe übereinanderliegen und durch Radbefestigungsbolzen festgespannt sind, der Radbefestigungsflansch elastisch verformt, so daß der Außenum-

fangsabschnitt der Bremsscheiben-Befestigungsfläche hart gegen die Scheibenbremse gedrückt wird. So wird die Bremsscheibe durch den Außenumfangsabschnitt stabil gestützt. Auch in diesem Fall ist es durch Begrenzen der maximalen Lauffehleränderung der Bremsscheiben-Befestigungsfläche auf einen vorbestimmten Wert möglich, einen Lauffehler der Bremsfläche während einer Drehung der Bremsscheibe zu unterdrücken.

Der Neigungswinkel der Bremsscheiben-Befestigungsfläche beträgt vorzugsweise 20° oder weniger. Wenn dieser Winkel größer ist als erforderlich, so kann, selbst wenn der Radbefestigungsflansch elastisch verformt wird, der Innenumfangsabschnitt der Scheibenbremse einen Kontakt mit der Bremsscheiben-Befestigungsfläche verlieren, so daß die Befestigung der Bremsscheibe instabil wird. Die Obergrenze des Neigungswinkels, welcher nicht instabil wird, ist zu 20° bestimmt.

Durch Festlegen des Grades der Ebenheit und der Umfangsebenheit des Außenumfangsabschnittes der Bremsscheiben-Befestigungsfläche auf 30 µm oder weniger ist es möglich, einen Lauffehler der Bremsfläche während einer Drehung der Bremsscheibe, welche hart gegen den Außenumfangsabschnitt gedrückt wird, zu unterdrücken.

Wie in Fig. 26A dargestellt, wird die Umfangsebenheit, wie unten beschrieben, gemessen. Der Radbefestigungsflansch 2 wird gedreht, wobei der Fühler einer Meßvorrichtung, wie einer Meßuhr 22, in Kontakt mit dem Außenumfangsabschnitt der Seite 2a ist, welche die Bremsscheiben-Befestigungsfläche des Radbefestigungsflansches 2 ist. Fig. 26B ist ein Graph, welcher die durch den Fühler der Meßuhr aufgenommene Welligkeit darstellt. Die Umfangsebenheit ist die Minimaldistanz δ zwischen zwei parallelen Linien L1 und L2, zwischen welchen die Welligkeit enthalten ist.

Der Radbefestigungsflansch kann einstückig mit dem Außenelement oder dem Innenelement ausgebildet sein.

Durch Befestigen der oben erwähnten Bremsscheibe mit einem geringeren Lauffehler auf der Bremsscheiben-Befestigungsfläche kann der Lauffehler der Bremsfläche der Bremsscheibe während einer Drehung unterdrückt werden.

Erfindungsgemäß ist ferner eine Radlageranordnung vorgesehen, welche ein Außenelement mit zwei Laufbahnen auf dessen Innenfläche, ein Innenelement mit zwei Laufbahnen auf dessen Außenfläche, die den beiden Laufbahnen auf dem Außenelement gegenüberliegen, und zwei Reihen von Wälzkörpern, welche zwischen den gegenüberliegenden Laufbahnen angebracht sind, umfaßt, wobei ein Radbefestigungsflansch auf dem Innenelement ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß eine Scheibenbremse einstückig auf dem Radbefestigungsflansch ausgebildet ist.

Durch einstückiges Ausbilden einer Bremsscheibe mit dem Radbefestigungsflansch können die Anbringung der Bremsscheibe und die Lauffehlereinstellung nach Montage eliminiert werden.

Durch Begrenzen des maximalen Lauffehlers der Bremsfläche der Bremsscheibe auf unterhalb eines vorbestimmten Werts kann der Lauffehler der Bremsfläche der Bremsscheibe während einer Drehung unterdrückt werden, ohne daß eine lästige Lauffehlereinstellung beim Kunden erforderlich ist.

Der vorbestimmte Wert sollte 100 µm bzw. vorzugsweise 50 µm betragen.

Wenn der Radbefestigungsflansch auf dem Innenelement angebracht ist, kann eine Antriebswelle in dem Innenelement angebracht werden, oder das Innenelement kann einstückig mit einer Außenverbindung eines Gleichlaufgelenks ausgebildet werden.

Das Innenelement kann ein erstes Innenelement mit einer außenliegenden Laufbahn und ein zweites Innenelement mit

einer innenliegenden Laufbahn umfassen, und das zweite Innenelement kann eine Außenverbindung bzw. Spindel eines Gleichlaufgelenks sein.

Durch untrennbares miteinander Verbinden des ersten und des zweiten Innenelements durch elastische Verformung sind keine Muttern sowie eine kleinere Anzahl von Bauteilen erforderlich, und es kann ein geringeres Gewicht sowie eine geringere Axiallänge der Anordnung erreicht werden.

Durch Ausbilden eines dimensionsgesteuerten negativen Axialzwischenraums zwischen den Wälzkörpern und den Laufbahnen ist es möglich, eine Radlageranordnung mit hoher Steifigkeit zu schaffen, und in einem in einer Fahrzeugkarosserie eingebauten Zustand ist es, während das Fahrzeug gedreht wird, möglich, zu verhindern, daß sich das Element auf der Seite mit dem Radbefestigungsflansch hin zu dem Element auf der feststehenden Seite neigt, um einen ungleichmäßigen Kontakt zwischen der Bremsscheibe, welche an dem Radbefestigungsflansch angebracht ist, und den Bremsbacken zu eliminieren, wodurch ein ungleichmäßiger Verschleiß dieser beiden verhindert wird. So ist es in Verbindung mit der Wirkung durch Begrenzen der maximalen Änderung eines Lauffehlers der Bremsscheiben-Befestigungsfläche auf einen vorbestimmten Wert möglich, einen Lauffehler der Bremsfläche während einer Drehung der Bremsscheibe zu unterdrücken.

Mindestens eine der beiden Laufbahnen auf dem Innenelement kann auf einem getrennten Laufbahnelement ausgebildet sein, welches an dem Innenelement befestigt ist. Dies erleichtert eine Steuerung des Axialzwischenraumes zwischen den Wälzkörpern und den Laufbahnen.

Durch untrennbares miteinander Verbinden des Innenelements und des getrennten Laufbahnelements durch plastische Verformung sind keine Muttern sowie eine kleinere Anzahl von Bauteilen erforderlich, und es werden ein geringeres Gewicht und eine geringere Axiallänge der Anordnung erreicht.

Erfindungsgemäß ist eine Radlageranordnung vorgesehen, bei welcher das Außenelement oder das Innenelement, welches den Radbefestigungsflansch trägt, drehbar ist und das andere nicht drehbar ist, und wobei das Außenelement und das Innenelement einen ringförmigen Raum zwischen diesen definieren, in welchem die Wälzkörper angeordnet sind, wobei die Radlageranordnung ferner einen Anschläger, welcher an dem Außen- oder dem Innenelement befestigt ist, Dichtungselemente zum Dichten beider Seiten des ringförmigen Raums, einen Codierer mit mehreren Magnetpolen, welcher an dem Anschläger befestigt ist, einen Sensor zum Erfassen von Schwankungen des Magnetflusses, welcher durch den Codierer erzeugt wird, wenn sich der Codierer dreht, und Erzeugen eines die Drehgeschwindigkeit des Codierers anzeigenden Signals sowie einen Drehgeschwindigkeitsdetektor zum Aufnehmen des Signals und Berechnen der Drehgeschwindigkeit des einen Elements auf der Grundlage des Signals umfaßt.

Im Vergleich zu der Anordnung, bei welcher ein Drehgeschwindigkeitsdetektor getrennt vorgesehen ist, ist eine kompakte und leichtgewichtige Anordnung mit einer größeren Gestaltungsfreiheit ausgestattet.

Erfindungsgemäß ist ferner eine Radlageranordnung vorgesehen, bei welcher der Radbefestigungsflansch mittels Bolzen, welche durch in dem Flansch ausgebildete Bolzenlöcher gesteckt werden, an der Bremsscheibe befestigt wird, wobei die Radlageranordnung ferner Anordnungen umfaßt, welche ein Drehen der Bolzen in den jeweiligen Bolzenlöchern verhindern.

Dies verringert den Flächendruck zwischen Verzahnungen, welche an dem Schaft des Bolzens ausgebildet sind,

und der Innenwand des Bolzenlochs und verhindert somit die Entstehung von Spannungen auf der Seite des Flansches, an welchem die Bremsscheibe angebracht ist.

Die Anordnung, welche ein Drehen der Bolzen verhindert, kann einen Bolzenkopf mit einem nichtkreisförmigen Querschnitt und einen Vorsprung umfassen, welcher auf dem Radbefestigungsflansch nahe jedes der Bolzenlöcher ausgebildet ist und mit dem Kopf in Eingriff ist, um zu verhindern, daß sich der jeweilige Bolzen in dem Bolzenloch dreht.

Der nichtkreisförmige Kopf kann eine darauf ausgebildete glatte Seitenfläche oder eine Rändelfläche oder einen ovalen Querschnitt aufweisen.

Die Vorsprünge können gegen die jeweiligen Köpfe durch plastische Verformung gedrückt werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

Fig. 1 ist eine Vertikalschnittansicht einer Bremsscheibe eines ersten Ausführungsbeispiels;

Fig. 2 ist eine Vertikalschnittansicht einer Radlageranordnung eines ersten Ausführungsbeispiels, auf welcher die Bremsscheibe von Fig. 1 angebracht ist;

Fig. 3 ist eine Vertikalschnittansicht, welche darstellt, wie der Lauffehler einer Befestigungsfläche der Scheibenbremse von Fig. 1 gemessen wurde;

Fig. 4 ist ein Graph, welcher die Meßergebnisse des Lauffehlers von Fig. 3 darstellt;

Fig. 5 ist eine Vertikalschnittansicht, welche darstellt, wie ein Lauffehler einer Seite des Radbefestigungsflansches gemessen wurde;

Fig. 6 ist eine Vertikalschnittansicht eines abgewandelten Meßverfahrens;

Fig. 7 ist ein Graph, welcher die Meßergebnisse des Lauffehlers von Fig. 5 darstellt;

Fig. 8 ist ein Graph, welcher die Meßergebnisse eines Lauffehlers darstellt, wenn die Scheibenbremse von Fig. 1 an der Radlageranordnung von Fig. 2 angebracht wurde;

Fig. 9 ist eine Vertikalschnittansicht einer Radlageranordnung eines zweiten Ausführungsbeispiels;

Fig. 10A, 10B sind vergrößerte Teilschnittansichten, welche ein Verfahren zur Messung eines Axialspielraums der Radlageranordnung von Fig. 9 darstellen;

Fig. 11 ist eine Vertikalschnittansicht der Radlageranordnung eines dritten Ausführungsbeispiels;

Fig. 12 ist eine Vertikalschnittansicht einer an der Radlageranordnung von Fig. 1 befestigten Radnabe;

Fig. 13 ist eine Vertikalschnittansicht einer Radlageranordnung eines vierten Ausführungsbeispiels;

Fig. 14A ist eine vergrößerte Schnittansicht des Drehgeschwindigkeitsdetektors der Anordnung von Fig. 13;

Fig. 14B ist eine perspektivische Ansicht des bei dem Drehgeschwindigkeitsdetektor verwendeten Codierers;

Fig. 15 ist eine Vertikalschnittansicht der Radlageranordnung eines fünften Ausführungsbeispiels;

Fig. 16 ist eine teilweise geschnittene, perspektivische Ansicht des Radbefestigungsbolzens an dessen Kopfabschnitt;

Fig. 16B ist eine Vorderansicht davon;

Fig. 17A bis 19A sind Fig. 16A ähnliche Ansichten abgewandelter Ausführungsbeispiele des Radbefestigungsbolzens an deren Kopfabschnitt;

Fig. 17B bis 19B sind Vorderansichten davon;

Fig. 20A ist eine einem anderen abgewandelten Ausführungsbeispiel des Radbefestigungsbolzens ähnliche Ansicht vor einer plastischen Verformung des Vorsprungs;

Fig. 20B ist eine dem gleichen Ausführungsbeispiel ähnliche Ansicht nach einer plastischen Verformung des Vor-

sprungs;

Fig. 21 ist eine Vertikalschnittansicht eines sechsten Ausführungsbeispiels;

Fig. 22 ist eine ähnliche Ansicht eines siebten Ausführungsbeispiels;

Fig. 23 ist eine ähnliche Ansicht eines achten Ausführungsbeispiels;

Fig. 24 ist eine ähnliche Ansicht eines neunten Ausführungsbeispiels;

Fig. 25 ist eine ähnliche Ansicht eines zehnten Ausführungsbeispiels;

Fig. 26A ist eine perspektivische Ansicht, welche darstellt, wie eine Umfangsebene eines Radbefestigungsflansches gemessen wurde;

Fig. 26B ist ein Graph zur Erläuterung, wie die Umfangsebene aus den Meßergebnissen erhalten wird;

Fig. 27 ist eine Vertikalschnittansicht einer herkömmlichen Radlageranordnung.

Genaue Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

Die Ausführungsbeispiele werden unter Bezugnahme auf Fig. 1-25 beschrieben.

Fig. 1-2 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel. Fig. 1 zeigt eine Bremsscheibe 5, welche die vorliegende Erfindung verkörpert. Fig. 2 zeigt eine Radlageranordnung, welche die Erfindung mit der darauf angebrachten Bremsscheibe 5 verkörpert. Elemente, welche den Elementen von Fig. 26 ähnlich bzw. mit diesen identisch sind, werden durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

Die Radlageranordnung von Fig. 2 ist für ein Antriebsrad bestimmt. Sie weist ein Innenelement 1 auf, welches mit einer keilverzahnten Bohrung 9 ausgebildet ist, in welcher eine Antriebswelle aufgenommen wird. Das Innenelement 1 ist ferner mit einem einstückigen Radbefestigungsflansch 2 ausgebildet, welcher sich ausgehend von der Außenfläche davon in Radialrichtung nach außen erstreckt, und mit einer Radführung 10, welche ausgehend von der Außenendfläche davon in Axialrichtung vorsteht. Die Radlageranordnung umfaßt ferner ein Außenelement 3 mit einem Flansch 4, welcher mit Bolzenlöchern 12 ausgebildet ist, durch welche Bolzen gesteckt werden, um das Außenelement an einem stationären Teil der Fahrzeugkarosserie zu befestigen.

Eine Bremsscheibe 5 wird durch Bolzen 18 positioniert, wobei deren Seitenfläche 5a gegen eine Außenseite 2a des Flansches 2 gewandt ist. Sie wird in Position zwischen dem Flansch 2 der Radlageranordnung und einer Radnabe 14 durch Bolzen 7 befestigt, welche durch Bolzenlöcher 6 und 11, die in der Scheibe 5 bzw. dem Flansch 2 ausgebildet sind, gesteckt werden, wobei deren Rück- und deren Vorderseite 5a, 5b gegen die Außenseite 2a des Flansches 2 bzw. die Innenseite der Nabe 14 gedrückt werden. Durch Verzahnungen 7a wird der Radbefestigungsbolzen 7 daran gehindert, sich in dem Loch 11 zu drehen, welches in dem Radbefestigungsflansch 2 ausgebildet ist.

Das Innenelement 1 umfaßt einen Hauptabschnitt, welcher mit einer ersten Laufbahn 1a auf dessen Außenfläche ausgebildet ist, und ein getrenntes Ringelement 15, welches in Preßpassung auf einen gestuften bzw. vertieften Abschnitt des Hauptabschnitts aufgebracht und mit einer zweiten Laufbahn 1b auf dessen Außenfläche ausgebildet ist. Das Außenelement 3 weist zwei Laufbahnen 3a und 3b auf, welche direkt auf dessen Innenfläche derart ausgebildet sind, daß diese den Laufbahnen 1a und 1b auf dem Innenelement 1 gegenüberliegen. Wälzkörper bzw. Kugeln 8 werden zwischen den jeweiligen gegenüberliegenden Paaren von Laufbahnen 1a, 1b und 3a, 3b aufgenommen. Dichtungselemente

19 sind an beiden Axialenden des Raums vorgesehen, in welchem die Kugeln 8 gehalten werden, um diesen Raum zu dichten.

Als Material des Innenelements 1 und des Außenelements 3 wird ein Kohlenstoffstahl verwendet, dessen Kohlenstoffgehalt 0,45–1,10 Gew.-% und vorzugsweise 0,45–0,75 Gew.-% beträgt. Dessen Oberfläche wird durch Induktionshärten, Einsatzhärten oder Laserhärten behandelt, so daß die Oberflächenhärte etwa 500–900 Hv beträgt. Die Tiefe der gehärteten Schicht beträgt etwa 0,7–4,0 mm an Abschnitten, an welchen die Laufbahnen 1a, 3a, 3b ausgebildet sind, und etwa 0,3–2,0 mm an anderen Abschnitten.

Fig. 3 zeigt, wie der Lauffehler der Befestigungsseite 5a der Bremsscheibe 5 gemessen wurde. Die Scheibe 5 wurde auf einen Drehtisch 20 gesetzt, wobei deren Befestigungsseite 5a nach oben gewandt war, und eine Nabe 21 wurde in dem Mittenloch der Scheibe aufgenommen. Der Tisch 20 wurde anschließend um 360° gedreht, und der Lauffehler wurde unter Verwendung einer Meßuhr 22 gemessen, welche an der Nabe 21 befestigt war. Anschließend wurde die Scheibe 5 umgedreht, und der Lauffehler wurde für die Rückseite 5b in der gleichen Weise wie oben beschrieben gemessen. Da der Lauffehler an dem in Radialrichtung äußeren Abschnitt des Rotors größer ist, wurde der Lauffehler an Mittelpunkten zwischen der Außenkante der Seite 5a und dem die Bolzenlöcher 6 definierenden Kreis gemessen, um eine strengere Lauffehlerkontrolle zu erhalten.

Fig. 4 zeigt die so gemessene Lauffehlerkurve der Seite 5a. Die maximale Lauffehleränderung in dem gesamten 360°-Intervall und die maximale Änderung in einem beliebigen Ein-Zyklus-Intervall betragen beide 20 µm und sind daher kleiner als die für diese Parameter bestimmten Standardwerte, das heißt, 50 µm bzw. 30 µm. Die Kurve weist eine Frequenz von 2 pro Drehung der Scheibe und somit 2 Hochpunkte (lokale Maxima) und Tiefpunkte (lokale Minima) je 360° auf. Wie dargestellt, beträgt die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten lokalen Maximum 4 µm, während die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten lokalen Minimum 3 µm beträgt. Diese Werte sind viel kleiner als 30 µm, was einen für diese Parameter bestimmten Standardwert darstellt.

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Scheibe durch 4 Befestigungsbolzen 7 in Position befestigt. Die Pfeile in Fig. 4 zeigen die Positionen der Radbefestigungsbolzen 7, welche den Positionen der Hochpunkte eines Lauffehlers der Seite 2a entsprechen. Dies ist jedoch nicht zwingend der Fall. Obwohl nicht dargestellt, war die Lauffehlerkurve der Seite 5b beinahe die gleiche wie diejenige der Seite 5a, dargestellt in Fig. 4. Anders ausgedrückt, betrug die Frequenz zwei, und die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten lokalen Maximum, die Differenz zwischen dem größten und kleinsten lokalen Minimum und die maximale Änderung in einem beliebigen Ein-Zyklus waren die gleichen wie bei der Seite 5a. Diese waren kleiner als die jeweiligen Standardwerte.

Aus Fig. 4 ist ersichtlich, daß die maximale Änderung in dem gesamten 360°-Intervall der Lauffehlerkurve und die maximale Änderung in einem beliebigen Ein-Zyklus-Intervall einander gleich sind, wenn die Lauffehlerkurve eine Lauffehlerfrequenz von 2 oder weniger aufweist, wie in Fig. 4 dargestellt. Erstere ist nicht gleiche letzterer, sondern größer als diese, wenn die Lauffehlerfrequenz 3 oder höher ist.

Fig. 5 zeigt, wie der Lauffehler der Außenseite 2a des Flansches 2 der Radlageranordnung gemessen wurde. Die Radlageranordnung ohne montierter Scheibe wurde mit dem Außenelement 3 montiert, welches an einer Bank 23 befestigt war, so daß das Innenelement 1 drehbar war. In diesem Zustand wurde das Innenelement 1 mit dem Radbefesti-

gungsflansch 2 um 360° gedreht, und der Lauffehler der Seite 2a des Flansches 2 wurde durch eine Meßuhr 22 gemessen. Da der Lauffehler davon ebenfalls an dem in Radialrichtung äußeren Abschnitt des Flansches größer ist, wurde der Lauffehler an Mittelpunkten zwischen der Außenkante des Flansches 2 und dem Umfangskreis der Bolzenlöcher 11 gemessen, um eine strengere Lauffehlerkontrolle zu erhalten.

Der Lauffehler der Seite 2a kann gemessen werden mit der Innenseite des Innenelements 1, welches in ein Loch 25a eines Drehrings 25, der an einem Meßstand 24, wie in Fig. 6 dargestellt, angebracht ist, eingepaßt und positioniert ist, und durch Drehen des Drehrings 25 zusammen mit dem Innenelement 1 um eine volle Umdrehung. Der Lauffehler wurde mittels einer Meßuhr 22 gemessen, welche an dem Meßstand 24 befestigt war.

Fig. 7 zeigt die Lauffehlerkurve (Vollinie) der Seite 2a, welche so gemessen wurde, und eine ähnliche Lauffehlerkurve (Strichlinie) für eine weitere Radlageranordnung als Vergleichsbeispiel, welches später beschrieben wird. Beide Kurven weisen eine Frequenz von vier pro Drehung der Scheibe und somit vier Hochpunkte (lokale Maxima) und Tiefpunkte (lokale Minima) auf. Die maximale Änderung in einem Ein-Zyklus-Intervall der Lauffehlerkurve und die maximale Änderung in dem gesamten 360°-Intervall betragen 25 µm bzw. 35 µm und sind somit kleiner als Standardwerte für diese Parameter, das heißt, 30 µm bzw. 50 µm. Wie dargestellt, beträgt die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten lokalen Maximum 10 µm, während die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten lokalen Minimum 15 µm beträgt. Somit sind diese Werte viel kleiner als 30 µm, was ein Standardwert für diese Parameter ist. Die Pfeile in Fig. 7 zeigen die Positionen der Radbefestigungsbolzen 7, welche den Positionen der Hochpunkte eines Lauffehlers der Seite 2a entsprechen.

Fig. 8 ist ein Graph, welcher die maximalen Lauffehleränderungen darstellt, wenn der Lauffehler bei der die in Fig. 7 dargestellten Lauffehlerkennlinien aufweisenden Bremsscheibe 5 gemessen wurde, welche an dem Flansch 2 der Radlageranordnung montiert ist, und wenn er nicht nur mit der Bremsscheibe, sondern auch mit der an der Seite 5b der Bremsscheibe 5 angebrachten Radnabe 14 gemessen wurde. Die Vollinie steht für die Radlageranordnung, welche die vorliegende Erfindung verkörpert, und die Strichlinie steht für das Vergleichsbeispiel der Radlageranordnung. Der Lauffehler wurde an einer Außenseite der Fläche 5c der Scheibe gemessen, gegen welche die Bremsbacke gedrückt wird.

Wie aus diesen Ergebnissen ersichtlich, erfolgte, während die maximale Lauffehleränderung der Scheibe allein etwa 20 µm betrug, ein sprunghafter Anstieg dieses Werts auf etwa 70 µm, wenn die Scheibe an dem Vergleichsbeispiel der Radlageranordnung angebracht wurde, und der Wert überstieg 70 µm, wenn ferner die Radnabe angebracht wurde. Hingegen wurde dieser Wert auf etwa 35 µm unterdrückt, selbst wenn die Scheibe an der Radlageranordnung der Erfindung und ferner die Radnabe angebracht wurden. Dies zeigt deutlich, daß es mit der Bremsscheibe und der Radlageranordnung, welche die vorliegende Erfindung verkörpert, möglich ist, den Lauffehler der Scheibe in einer tatsächlichen Fahrsituation erheblich zu verringern.

Bei dem zweiten bis neunten Ausführungsbeispiel, welche unten beschrieben werden, wurden die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten lokalen Maximum, die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten lokalen Minimum und die maximale Änderung in einem beliebigen Ein-Zyklus-Intervall sowie die maximale Änderung in dem gesamten 360°-Intervall für die Vorder- und die

Rückseite 5a, 5b der Scheibe 5 und die Seite 2a des Flansches 2 gemessen. Diese Wert waren, obwohl nicht dargestellt, kleiner als die jeweiligen Standardwerte, abgesehen von der Rückseite 5b der Scheibe 5 beim vierten Ausführungsbeispiel. Die Frequenz eines Lauffehlers pro Drehung betrug ein Vielfaches der Anzahl der Befestigungsbolzen 7. Oder Letztere betragen ein Vielfaches der Ersteren.

Bei der Beschreibung der in Fig. 9–25 dargestellten Ausführungsbeispiele sind gleiche Elemente durch die gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 2 bezeichnet.

Fig. 9 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel. Diese Radlageranordnung dient für ein Antriebsrad, und ein dimensionsgesteuerter negativer Axialzwischenraum ist zwischen den Wälzkörpern 8 und den Laufbahnen 1a, 1b, 3a, 3b ausgebildet. Mit dem auf den gestuften Abschnitt 17 des Innenelements 1 mit einem negativen Axialzwischenraum gepreßten Innenring 15 wird das Innenende 17a des gestuften Abschnitts 17 durch Verstemmen plastisch verformt, um den Ring 15 in diesem Zustand zu erhalten. Sonst ist dieses Ausführungsbeispiel in seiner Struktur das gleiche wie das erste Ausführungsbeispiel.

Bei den Lagerbearbeitungsschritten kann der negative Axialzwischenraum auf einen gewünschten Wert festgelegt werden, in dem der Abstand P0 zwischen den Laufbahnen 3a, 3b auf dem Außenelement 3, der Abstand P1 zur Mitte der Außenlaufbahn 1a und der Abstand P2 zur Mitte der Innenlaufbahn 1b von einer Grenzposition 17b des gestuften Abschnitts 17 gesteuert werden, in welchen das Innenelement 15 auf den Außenumfang des Innenelements 1 gepreßt ist, und in dem diese derart ausgewählt werden, daß die Beziehung $P0 > P1 + P2$ gilt.

Genauer können die Festlegung und Steuerung des negativen Axialzwischenraums in den folgenden Schritten ausgeführt werden. Zuerst wird, wie in Fig. 10A dargestellt, der Innenring 15 in den gestuften Abschnitt 17 gedrückt, wobei das Ende 17a davon nicht plastisch verformt wurde, und vorübergehend gestoppt. Im gestoppten Zustand wird das Außenelement 3 in Axialrichtung hin und her bewegt, um den Bewegungshub ΔS zu messen.

Als nächstes wird, wie in Fig. 10B dargestellt, der Innenring 15 gedrückt, bis die Endfläche des Innenrings 15 gegen die Grenzposition 17b des gestuften Abschnitts 17 anschlägt, und der Eindruckhub C wird gemessen. Die Differenz ($\Delta S - C$) zwischen den gemessenen Werten des Bewegungshubs ΔS und dem Eindruckhub C ist der festgelegte Axialzwischenraum, und dieser Wert wird auf einen gewünschten negativen Wert gesteuert.

Der Eindruckhub C kann gemessen werden, in dem das Innenende 17a des vertieften Abschnitts 17 (vor einer plastischen Verformung) zu einer Bezugsfläche gemacht wird und der Abstand A von der Bezugsfläche zu der inneren Endfläche des Innenrings 15 und der Abstand B von der Bezugsfläche zu der inneren Endfläche des Innenrings nach Abschluß eines Drückens in Fig. 105 gemessen werden und B von A abgezogen wird ($C = B - A$).

Das Innenelement 1 besteht aus einem Kohlenstoffstahl und wird auf eine Oberflächenhärte von etwa 500–900 Hv wie beim ersten Ausführungsbeispiel gehärtet, abgesehen von dem Ende 17a des vertieften Abschnitts 17, welches nicht gehärtet wird und eine Oberflächenhärte von etwa 200–300 Hv aufweist, so daß dieser Abschnitt ausreichend formbar ist, um plastisch verformt zu werden.

Fig. 11 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel. Diese Radlageranordnung ist ebenfalls für ein Antriebsrad bestimmt und weist die gleiche Struktur wie das erste Ausführungsbeispiel auf. Die Außenseite 2a des Radbefestigungsflansches 2, an welchem die Bremsscheibe 5 angebracht ist, ist um den Neigungswinkel θ zur Außenseite hin zu der Spitze

des Radbefestigungsflansches 2 leicht geneigt ausgebildet. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Neigungswinkel θ auf 10° festgelegt.

Wie in Fig. 12 dargestellt, wird der Radbefestigungsflansch 2, wenn die Bremsscheibe 5 und die Radnabe 14 zu der Seite 2a überlagert und durch Radbefestigungsbolzen 7 und Muttern 7b an dem Radbefestigungsflansch 2 mit einem vorbestimmten Anzugsdrehmoment befestigt werden, einer elastischen Verformung unterzogen, so daß der Außenumfangsabschnitt der Seite 2a, welcher die Bremsscheibenbefestigungsfläche ist, hart gegen die Bremsscheibe 5 gedrückt wird. So wird die Bremsscheibe durch den Außenumfangsabschnitt stabil gestützt. In Verbindung mit der Wirkung durch ein Begrenzen der maximalen Änderung eines Lauffehlers der Seite 2a ermöglicht dies eine Unterdrückung eines Lauffehlers der Bremsfläche 5c während einer Drehung der Bremsscheibe 5.

Wenn der Neigungswinkel θ größer ist als nötig, hat der Innenumfangsabschnitt der Bremsscheibe 5, selbst wenn der Radbefestigungsflansch 2 elastisch verformt wird, keinen Kontakt mit der Seitenfläche 2a, so daß die Befestigung der Bremsscheibe instabil wird. Daher sollte der Neigungswinkel θ vorzugsweise nicht größer als 20° sein.

Der Grad der Ebenheit und der Umfangsebenheit des Außenumfangsabschnitts der Seite 2a des Flansches 2 sollten beide $30 \mu\text{m}$ oder weniger betragen, um einen Lauffehler der Bremsfläche 5c während einer Drehung der Bremsscheibe 5 zu unterdrücken, welche hart gegen den Außenumfangsabschnitt gedrückt wird.

Fig. 13 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel, welches ebenfalls eine Radlageranordnung für ein Antriebsrad ist. Es umfaßt ein Dichtungselement 19a zum Dichten der Innenseite des ringförmigen Raums, in welchem die Wälzkörper 8 aufgenommen werden. Wie in Fig. 14A dargestellt, umfaßt das Dichtungselement 19a einen Dichtungsring 26, welcher an dem Außenelement 3 angebracht ist, das befestigt ist, und einen Anschläger 27, welcher an dem sich drehenden Innenelement 1 befestigt ist. Der Anschläger 27 umfaßt einen Zylinderabschnitt 27b, welcher auf den Steg 15a des Innenrings 15 gepreßt wird, und einen Radialflansch 27a, welcher in Radialrichtung nach außen ausgehend von dem innen liegenden Ende des Zylinderabschnitts 27b verläuft.

Diese Lageranordnung umfaßt ferner einen Radgeschwindigkeitsdetektor 30, welcher einen mehrpoligen Codierer 28, der an der Außenfläche des Radialflansches 27a des Anschlägers 27 angebracht ist, und einen Sensor 29 umfaßt, der an dem innen liegenden Ende des Außenelements 3 befestigt ist, gegenüber dem Codierer 28, um jede Änderung des Magnetflusses zu erfassen. Die außen liegende Seite des ringförmigen Lagerraums ist ebenfalls durch ein Dichtungselement 19b ähnlich dem Dichtungselement 19a abgedichtet. Sonst ist dieses Ausführungsbeispiel in seiner Struktur das gleiche wie das zweite Ausführungsbeispiel.

Wie in Fig. 14A dargestellt, umfaßt der Dichtungsring 26 einen Metallkernring 31 mit einem Zylinderabschnitt 31a, welcher in das Außenelement 3 gepreßt ist, und einen Dichtungsgummi 32, welcher an dem Kernring 31 angebracht ist, um dessen eine Seite abzudecken. Der Dichtungsgummi 32 weist zwei in Radialrichtung innere Lippen 32a, 32b auf, welche elastisch gegen die Außenfläche des Zylinderabschnitts 27b des Anschlägers 27 gepreßt werden, und eine Seitenlippe 32c, welche elastisch gegen die Innenfläche des Radialflansches 27a des Anschlägers gepreßt werden, um den ringförmigen Raum abzudichten.

Wie in Fig. 14B dargestellt, ist der Codierer 28 ein Ring, welcher aus einem elastischen magnetisierbaren Material hergestellt und derart magnetisiert ist, daß zahlreiche N- und S-Pole abwechselnd in einer Umfangsrichtung angeordnet

sind. Genauer wird der Codierer 28 durch gleichmäßiges Kneten beispielsweise eines Gummis oder eines gummiartigen Kunstharzes, wie Polyamid, Polyolefin oder Ethylenpolymer, mit einem Magnetpulver, wie Bariumferrit oder einem Seltenerd-Magnetpulver, um ein magnetisierbares Verbundmaterial zu erhalten, Vernetzen des so erhaltenen Materials, wenn es Gummi ist, Formen zu einem Ring und Magnetisieren durch eine gewöhnliche Magnetisiereinrichtung, wie etwa ein Mehrfachpolarisierungsjoch, ausgebildet. Der so ausgebildete Codiererring wird durch Vulkanisation oder mittels eines Klebstoffes an dem Radialflansch 27a des Anschlagers 27 angebracht. Gummis, welche für den Codierer verwendet werden können, umfassen NBR (Nitrilbutylgummi), Acrylelastomere, fluorierte Elastomere und Siliconelastomere. Unter diesen werden Acrylelastomere, fluorierte Elastomere und Siliconelastomere besonders bevorzugt, da diese wärmebeständig sind und somit den Einfluß von Wärme, welche während eines Bremsens erzeugt wird, minimieren können.

Der Sensor 29, welcher an dem Ende des Außenelements 3 durch Schrauben 33 befestigt ist (Fig. 14A), erzeugt ein Signal, welches die Anzahl von Drehungen des Innenelements 1 und somit der Drehungen des Rades anzeigt, auf der Grundlage einer Änderung des schwankenden Magnetflusses, welcher durch den sich drehenden Codierer 28 erzeugt wird. Das erzeugte Signal wird beispielsweise in eine ABS-Steuerung eingegeben. Der Sensor 29 kann ein aktiver Sensor sein, welcher ein Magnetdetektorelement, wie etwa ein Magnetwiderstandselement, dessen Ausgangssignal sich mit der Flußrichtung des Magnetflusses ändert, und ein IC (integrierte Schaltung) mit einer Wellenformungsschaltung umfaßt.

Fig. 15 zeigt ein fünftes Ausführungsbeispiel, welches ebenfalls eine Radlageranordnung für ein Antriebsrad ist. Das Innenelement 1 dieses Lagers umfaßt zwei getrennte Innenringe 15, welche auf die Außenfläche des Innenelements 1 gepreßt und jeweils mit einer Laufbahn 1a, 1b ausgebildet sind. Das Außenelement 3 umfaßt einen getrennten Außenring 16, welcher in die Innenfläche des Außenelements gepreßt und mit Laufbahnen 3a, 3b ausgebildet ist. Wie in Fig. 16A und 16B dargestellt, ist der Kopf 34 jedes Radbefestigungsbolzens 7 ausgeschnitten, um eine ebene Seite 34a zu bilden. Nahe der Kante des Bolzenlochs 11 ist der Flansch 2 mit einem Vorsprung 35a mit einer ebenen Fläche ausgebildet, welche sich in Angrenzung an die ebene Fläche 34a des Bolzenkopfes 34 befindet, um zu verhindern, daß der Bolzen 7 sich in dem Bolzenloch 11 dreht. Sonst ist dieses Ausführungsbeispiel in seiner Struktur das gleiche wie das erste Ausführungsbeispiel.

Diese Anordnung verringert den Flächendruck zwischen Verzahnungen 7a, welche auf dem Schaft des Bolzens 7 ausgebildet sind, und der Innenwand des Bolzenlochs 11 und verhindert somit die Entstehung von Spannungen auf der Seite 2a des Flansches 2, an welchen die Bremsscheibe 5 angebracht wird.

Einige Anordnungen zum Erreichen des gleichen Zwecks sind in Fig. 17-20 dargestellt. Bei der Anordnung von Fig. 17A und 17B ist der Kopf 34 jedes Bolzens 7 mit zwei ebenen Seiten 34b ausgebildet, und ein Vorsprung 35b mit zwei ebenen Flächen, welche sich in Anschlag mit den beiden ebenen Seiten 34b befinden, ist an dem Flansch 2 um das Bolzenloch 11 ausgebildet.

Bei der Anordnung von Fig. 18A und 18B weist jeder Bolzen einen Sechskantkopf 34 mit sechs Seiten 34c auf, welcher in einer komplementären Sechskantbohrung eines Vorsprungs 35c aufgenommen wird, der an dem Flansch 2 um das Bolzenloch 11 ausgebildet ist.

Bei der Anordnung von Fig. 19A und 19B weist jeder

Bolzen einen ovalen Kopf 34 auf, welcher in einer komplementären ovalen Bohrung eines Vorsprungs 35d aufgenommen wird, der an dem Flansch 2 um das Bolzenloch 11 ausgebildet ist.

Bei der Anordnung von Fig. 20A und 20B weist der Bolzenkopf 34 eine gerändelte Seite 36 auf. Ein ringförmiger Vorsprung 35e ist an dem Flansch 2 um das Bolzenloch 11 ausgebildet und wird gegen die gerändelte Fläche 36 gedrückt, in dem dieser durch Schmieden plastisch verformt wird. Da der Bolzen durch diese Anordnung formflüssig daran gehindert wird, sich zu drehen, werden die Verzahnungen an dem Schaft nicht benötigt und somit weggelassen.

Fig. 21 zeigt ein sechstes Ausführungsbeispiel, welches für ein Antriebsrad bestimmt ist. Die Bremsscheibe 5 ist an der Innenseite 2b des Flansches 2 angebracht, und lediglich die Nabe 14 ist an der Außenseite 2a davon angebracht. Sonst ist dieses Ausführungsbeispiel hinsichtlich seiner Struktur identisch mit dem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 22 zeigt das siebte Ausführungsbeispiel, welches für ein Antriebsrad bestimmt ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Innenelement 1 einstückig mit einer Außenverbindung eines Gleichlaufgelenks 13. Die Laufbahnen 1a, 1b des Innenelements 1 sind direkt auf der Außenfläche der Außenverbindung des Gelenks 13 ausgebildet. Sonst ist dieses Ausführungsbeispiel hinsichtlich seiner Struktur identisch mit dem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 23 zeigt das achte Ausführungsbeispiel, welches für ein Nichtantriebsrad bestimmt ist. Ebenso wie die oben beschriebenen Radlageranordnungen für ein Antriebsrad umfaßt die Lageranordnung dieses Ausführungsbeispiels ein Innenelement 1, welches mit einem einstückigen Radbefestigungsflansch 2 ausgebildet ist, der ausgehend von dessen Außenfläche in Radialrichtung nach außen verläuft, und eine Radführung 10, welche in Axialrichtung ausgehend von der äußeren Endfläche davon vorsteht. Die Bremsscheibe 5 wird durch die Befestigungsbolzen 7 in Position zwischen der Außenseite 2a des Flansches 2 und der Radnabe 14 gehalten. Die Radlageranordnung umfaßt ferner ein Außenelement 3 mit einem Flansch 2, ausgebildet mit Bolzenlöchern 11, durch welche Bolzen gesteckt werden, um das Außenelement an einem stationären Teil der Fahrzeugkarosserie zu befestigen.

Das Innenelement 1 umfaßt einen Hauptabschnitt, welcher mit einer ersten Laufbahn 1a auf dessen Außenfläche ausgebildet ist, und ein getrenntes Ringelement 15, welches mit einer zweiten Laufbahn 1b auf der Außenfläche davon ausgebildet ist. Das Außenelement 3 weist zwei Laufbahnen 3a und 3b auf, welche auf dessen Innenfläche derart ausgebildet sind, daß diese den Laufbahnen 1a und 1b gegenüberliegen.

Fig. 24 zeigt das neunte Ausführungsbeispiel, welches ebenfalls für ein Nichtantriebsrad bestimmt ist, jedoch von dem neunten Ausführungsbeispiel darin abweicht, daß der Flansch 2 einstückig mit dem Außenelement 3 ist und das Innenelement 1 aus zwei Innenringen 15 besteht. Ebenso wie bei dem achten Ausführungsbeispiel ist die Scheibe 5 an der Außenseite 2a des Flansches 2 befestigt.

Das Außenelement 3 ist mit Laufbahnen 3a, 3b ausgebildet, welche direkt auf dessen Innenumfang ausgebildet sind, und die Innenringe 15 (welche das Innenelement 1 bilden), die mit Laufbahnen 1a, 1b ausgebildet sind, sind durch Wälzkörper 8 im Inneren des Außenelements 3 angebracht.

Die Radlageranordnung dieses Ausführungsbeispiels wird mit dem an einer stationären Achse angebrachten Innenelement 1 befestigt. Um den Lauffehler der Seite 2a des Radbefestigungsflansches 2, wie in Fig. 5 dargestellt, zu messen, wurde das Innenelement 1 auf einer Bezugswelle

befestigt und das Außenelement 3, welches mit dem Radbefestigungsflansch 2 ausgebildet ist, wurde um eine volle Umdrehung gedreht, und der Lauffehler der Seite 2a des Flansches 2 wurde mittels einer Meßuhr 22 gemessen.

Fig. 25 zeigt ein zehntes Ausführungsbeispiel, welches eine Radlageranordnung für ein Antriebsrad ist. Es umfaßt ein Innenelement 1 mit einem ersten Innenelement 1c' und einem zweiten Innenelement 1d, welches eine Außenverbindung des Gleichlaufgelenks 13 ist. Das erste Innenelement 1c ist mit einem Radbefestigungsflansch 2 ausgebildet, mit welchem die Bremsscheibe 5 einstückig ausgebildet ist. Das erste Innenelement 1c ist mit einer keilverzahnten Bohrung 9 in dessen Innenumfang ausgebildet. Das zweite Innenelement 1d weist einen Zylinderabschnitt auf, welcher in die keilverzahnte Bohrung 9 des ersten Innenelements 1c eingesetzt ist. Durch elastisches Verformen des Endes des Zylinderabschnitts werden das erste und das zweite Innenelement 1c, 1d untrennbar miteinander verbunden.

Die außenliegende Laufbahn 1a ist auf einem getrennten Innenring 15 ausgebildet, welcher auf den Zylinderabschnitt des ersten Innenelements 1c gepreßt wird, und die innen liegende Laufbahn 1b ist direkt auf dem zweiten Innenelement 1d ausgebildet. Sonst ist dieses Ausführungsbeispiel das gleiche wie das erste Ausführungsbeispiel. Die maximale Lauffehleränderung der Scheibenbremsfläche 5c ist auf nicht mehr als 50 µm begrenzt.

Ferner ist es bei der erfindungsgemäßen Radlageranordnung aufgrund der Tatsache, daß die maximale Änderung eines Lauffehlers der Bremsscheiben-Befestigungsfläche des Radbefestigungsflansches, welcher an dem Innen- oder dem Außenelement vorgesehen ist, auf einen vorbestimmten Wert begrenzt ist, und ein dimensionsgesteuerter negativer Axialzwischenraum zwischen der Vielzahl von Reihen von Wälzkörpern und Laufbahnen ausgebildet ist, um die Steifigkeit der Radlageranordnung zu erhöhen, oder die Bremsscheiben-Befestigungsfläche als Außenseite des Radbefestigungsflansches ausgeführt ist und diese Außenseite zur Außenseite hin zur Spitze des Radbefestigungsflansches geneigt ist, so daß die Bremsscheibe durch den Außenumfangsabschnitt dieser Seite mit hoher Stabilität gestützt wird, möglich, einen Lauffehler der Bremsflächen während einer Drehung der Bremsscheibe zu unterdrücken.

Patentansprüche

1. Bremsscheibe, welche angebracht ist an einem Drehelement einer Radlageranordnung mit Wälzkörpern in zwei Reihen zum drehbaren Lagern eines Rads an einer Fahrzeugkarosserie, **dadurch gekennzeichnet**, daß die maximale Lauffehleränderung einer Befestigungsfläche auf einer Seite der Bremsscheibe, welche an das Drehelement angrenzt, auf einen vorbestimmten Wert begrenzt ist.
2. Bremsscheibe nach Anspruch 1, wobei die maximale Lauffehleränderung einer Rückseite, welche der einen Seite gegenüberliegt, auf einen vorbestimmten Wert begrenzt ist.
3. Bremsscheibe nach Anspruch 2 oder 3, wobei der vorbestimmte Wert 50 µm beträgt.
4. Bremsscheibe nach Anspruch 1-3, wobei die Lauffehleränderung pro Zyklus der Befestigungsfläche auf einen vorbestimmten Wert begrenzt ist.
5. Bremsscheibe nach Anspruch 4, wobei die Lauffehleränderung pro Zyklus einer Rückseite der Befestigungsfläche auf einen vorbestimmten Wert begrenzt ist.
6. Bremsscheibe nach Anspruch 4 oder 5, wobei der vorbestimmte Wert 30 µm beträgt.

7. Bremsscheibe nach einem der Ansprüche 1-6, wobei mindestens die maximale Differenz zwischen den Spitzenwerten von Hochpunkten oder die maximale Differenz zwischen den Spitzenwerten von Tiefpunkten bei jedem Zyklus eines Lauffehlers der Befestigungsfläche auf einen vorbestimmten Wert begrenzt ist.

8. Bremsscheibe nach Anspruch 7, wobei mindestens die maximale Differenz zwischen den Spitzenwerten von Hochpunkten oder die maximale Differenz zwischen den Spitzenwerten von Tiefpunkten bei jedem Zyklus eines Lauffehlers der Rückseite der Befestigungsfläche auf einen vorbestimmten Wert begrenzt ist.

9. Bremsscheibe nach Anspruch 7 oder 8, wobei der vorbestimmte Wert 30 µm beträgt.

10. Bremsscheibe nach einem der Ansprüche 1-9, wobei die Frequenz pro Drehung eines Lauffehlers der Befestigungsfläche ein Vielfaches der Anzahl von Befestigungsbolzen beträgt oder die Anzahl der Befestigungsbolzen ein Vielfaches der Frequenz beträgt.

11. Radlageranordnung, umfassend ein Außenelement mit zwei Laufbahnen, auf dessen Innenfläche, ein Innenelement mit zwei Laufbahnen auf dessen Außenfläche, welche den jeweiligen Laufbahnen auf dem Außenelement gegenüberliegen, und zwei Reihen von Wälzkörpern, welche zwischen den gegenüberliegenden Laufbahnen angebracht sind, wobei ein Radbefestigungsflansch an dem Außenelement oder dem Innenelement ausgebildet ist, wobei eine Bremsscheibe auf einer Seite des Radbefestigungsflansches angebracht ist, dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Lauffehleränderung der Befestigungsfläche auf einen vorbestimmten Wert begrenzt ist.

12. Radlageranordnung nach Anspruch 11, wobei der vorbestimmte Wert 50 µm und vorzugsweise 30 µm beträgt.

13. Radlageranordnung nach Anspruch 11 oder 12, wobei die Lauffehleränderung pro Zyklus der Befestigungsfläche auf einen vorbestimmten Wert begrenzt ist.

14. Laufradanordnung nach Anspruch 13, wobei der vorbestimmte Wert 30 µm beträgt.

15. Radlageranordnung nach einem der Ansprüche 11-14, wobei die maximale Differenz zwischen den Spitzenwerten von Hochpunkten oder die maximale Differenz zwischen den Spitzenwerten von Tiefpunkten bei jedem Zyklus eines Lauffehlers der Befestigungsfläche auf einen vorbestimmten Wert begrenzt ist.

16. Radlageranordnung nach Anspruch 15, wobei der vorbestimmte Wert 30 µm beträgt.

17. Radlageranordnung nach einem der Ansprüche 11-16, wobei die Frequenz pro Drehung eines Lauffehlers der Befestigungsfläche ein Vielfaches der Anzahl von Radbefestigungsbolzen beträgt oder die Anzahl der Radbefestigungsbolzen ein Vielfaches der Frequenz beträgt.

18. Radlageranordnung nach einem der Ansprüche 11-17, wobei die Befestigungsfläche eine Außenseite des Radbefestigungsflansches ist und nach außen hin zur Spitze des Radbefestigungsflansches geneigt ist.

19. Radlageranordnung nach Anspruch 18, wobei der Neigungswinkel der Befestigungsfläche nicht größer als 20° ist.

20. Radlageranordnung nach Anspruch 18 oder 19, wobei der Ebenheitsgrad des Außenumfangsabschnitts der Befestigungsfläche nicht größer als 30 µm ist.

21. Radlageranordnung nach einem der Ansprüche 18–20, wobei die Umfangsebenheit des Außenumfangsabschnitts der Befestigungsfläche nicht größer als 30 µm ist.
22. Radlageranordnung nach einem der Ansprüche 11–21, wobei der Radbefestigungsflansch einstückig mit dem Außenelement ausgebildet ist. 5
23. Radlageranordnung nach einem der Ansprüche 11–21, wobei der Radbefestigungsflansch einstückig mit dem Innenelement ausgebildet ist. 10
24. Radlageranordnung nach einem der Ansprüche 11–23, wobei die Bremsscheibe die Bremsscheibe nach einem der Ansprüche 1–10 ist.
25. Radlageranordnung, umfassend ein Außenelement mit zwei Laufbahnen auf dessen Innenfläche, ein Innenelement mit zwei Laufbahnen auf dessen Außenfläche, welche den beiden Laufbahnen auf dem Außenelement gegenüberliegen, und zwei Reihen von Wälzkörpern, welche zwischen den gegenüberliegenden Laufbahnen angebracht sind, wobei ein Radbefestigungsflansch auf dem Innenelement ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß eine Bremsscheibe einstückig auf dem Radbefestigungsflansch ausgebildet ist. 15
26. Radlageranordnung nach Anspruch 24 oder 25, wobei die maximale Lauffehleränderung der Bremsfläche der Scheibenbremse auf einen vorbestimmten Wert begrenzt ist. 20
27. Radlageranordnung nach Anspruch 26, wobei der vorbestimmte Wert 100 µm und vorzugsweise 50 µm beträgt. 25
28. Radlageranordnung nach einem der Ansprüche 11–21 und der Ansprüche 23–27, wobei eine Antriebswelle in dem Innenelement angebracht ist. 30
29. Radlageranordnung nach einem der Ansprüche 11–21 und der Ansprüche 23–27, wobei das Innenelement einstückig mit einer Außenverbindung eines Gleichlaufgelenks ausgebildet ist. 35
30. Radlageranordnung nach einem der Ansprüche 11–21 und der Ansprüche 23–27, wobei das Innenelement ein erstes Innenelement mit einer außen liegenden Laufbahn und ein zweites Innenelement mit einer innen liegenden Laufbahn umfaßt, wobei das zweite Innenelement eine Außenverbindung bzw. Spindel eines Gleichlaufgelenks ist. 40
31. Radlageranordnung nach Anspruch 30, wobei das erste und das zweite Innenelement durch elastische Verformung untrennbar miteinander verbunden sind. 45
32. Radlageranordnung nach einem der Ansprüche 11–31, wobei ein dimensionsgesteuerter negativer Axialzwischenraum zwischen den Wälzkörpern und den Laufbahnen ausgebildet ist. 50
33. Radlageranordnung nach einem der Ansprüche 11–32, wobei eine der beiden Laufbahnen auf dem Innenelement direkt auf dem Innenelement ausgebildet ist, und das andere auf einem getrennten Laufbahnelement ausgebildet ist, welches an dem Innenelement befestigt ist. 55
34. Radlageranordnung nach Anspruch 33, wobei das Innenelement und das getrennte Laufbahnelement durch plastische Verformung untrennbar miteinander verbunden sind. 60
35. Radlageranordnung nach einem der Ansprüche 11–34, wobei das Außenelement oder das Innenelement, welches den Radbefestigungsflansch trägt, drehbar ist, und das andere nicht drehbar ist, und wobei das Außenelement und das Innenelement einen ringförmigen Raum zwischen diesen definieren, in welchem die Wälzkörper angeordnet sind, wobei die Radlageran-

ordnung ferner einen Anschläger, welcher an dem Außen- oder dem Innenelement befestigt ist, Dichtungselemente zum Dichten beider Seiten des ringförmigen Raums, einen Codierer mit mehreren Magneten, welcher an dem Anschläger befestigt ist, einen Sensor zum Erfassen von Schwankungen des Magnetflusses, welcher durch den Codierer erzeugt wird, wenn sich der Codierer dreht, und Erzeugen eines Signals, welches die Drehgeschwindigkeit des Codierers anzeigt, und einen Drehgeschwindigkeitsdetektor zum Aufnehmen eines Signals und Berechnen der Drehgeschwindigkeit des genannten Elements auf der Grundlage des Signals umfaßt.

36. Radlageranordnung nach einem der Ansprüche 11–35, wobei der Radbefestigungsflansch durch Bolzen, welche durch Bolzenlöcher gesteckt werden, die in dem Flansch ausgebildet sind, an einer Bremsscheibe befestigt ist, wobei die Radlageranordnung ferner Anordnungen umfaßt, welche verhindern, daß sich die Bolzen in den jeweiligen Bolzenlöchern drehen.

37. Radlageranordnung nach Anspruch 36, wobei die jeweilige Anordnung einen an dem jeweiligen Bolzen ausgebildeten Kopf mit einem nichtkreisförmigen Querschnitt und einen Vorsprung umfaßt, welcher an dem Radbefestigungsflansch nahe jedes der Bolzenlöcher ausgebildet und mit dem Kopf in Eingriff ist, um zu verhindern, daß sich der jeweilige Bolzen in dem Bolzenloch dreht.

38. Radlageranordnung nach Anspruch 37, wobei jeder der nichtkreisförmigen Köpfe eine daran ausgebildete ebene Seitenfläche aufweist.

39. Radlageranordnung nach Anspruch 37, wobei jede der Anordnungen einen an jedem Bolzen ausgebildeten Kopf mit einer gerändelten Fläche und einen Vorsprung umfaßt, welcher an dem Radbefestigungsflansch nahe jedes der Bolzenlöcher ausgebildet und mit der gerändelten Fläche jedes Kopfes in Eingriff ist.

40. Radlageranordnung nach Anspruch 37, wobei jeder der Köpfe einen ovalen Querschnitt aufweist.

41. Radlageranordnung nach einem der Ansprüche 37–40, wobei die Vorsprünge durch plastische Verformung gegen die jeweiligen Köpfe gepreßt werden.

Hierzu 22 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

C

C

FIG. 1

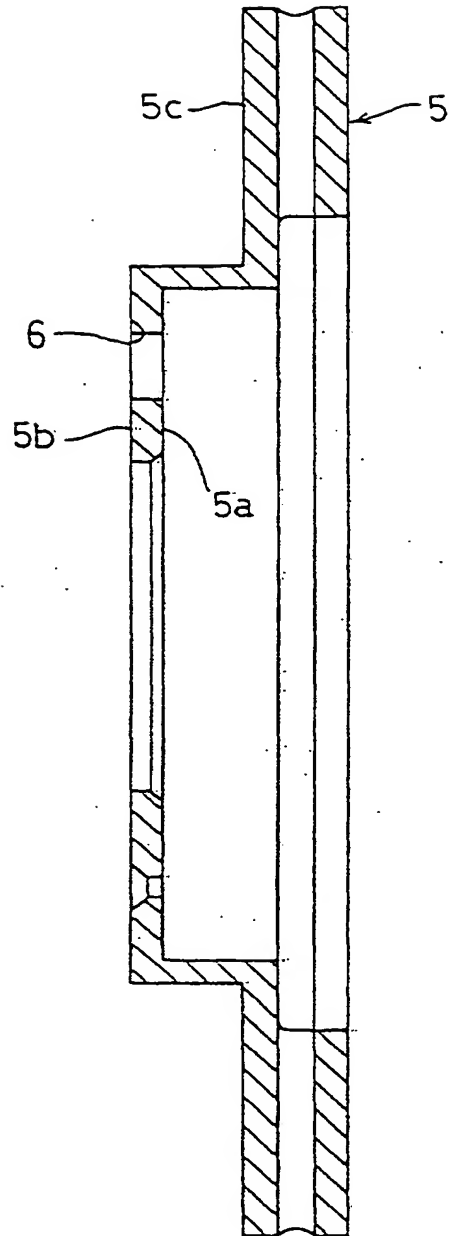


FIG. 2

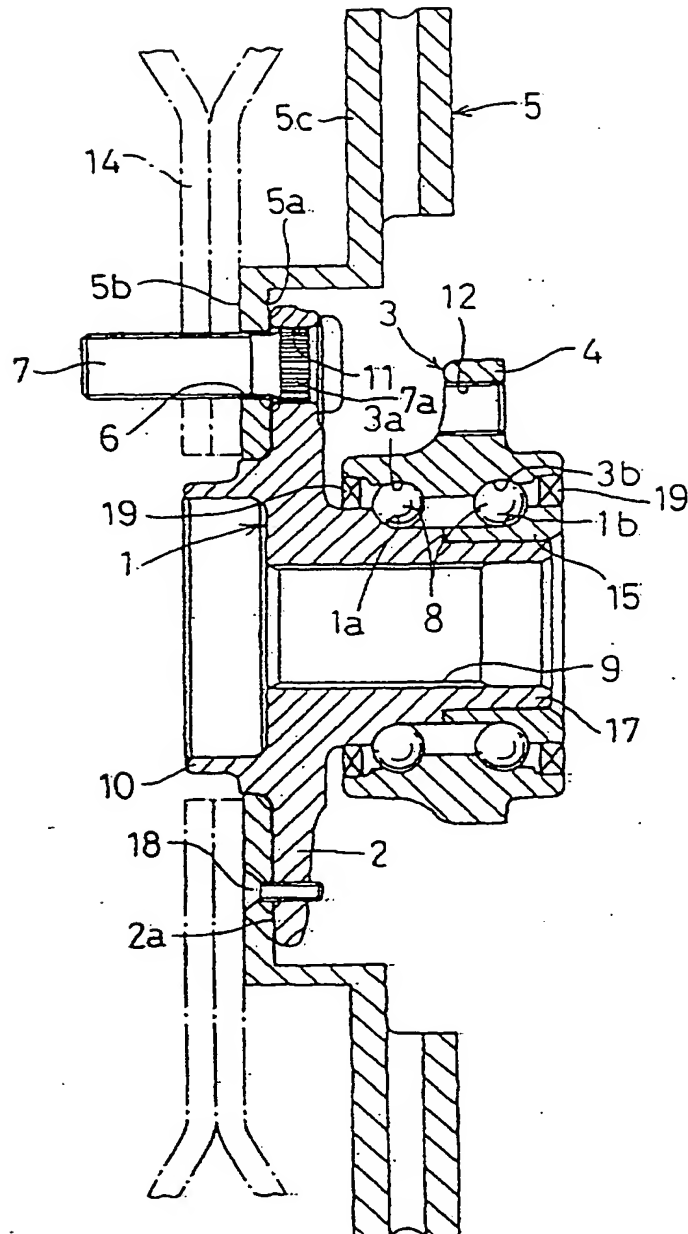


FIG. 3

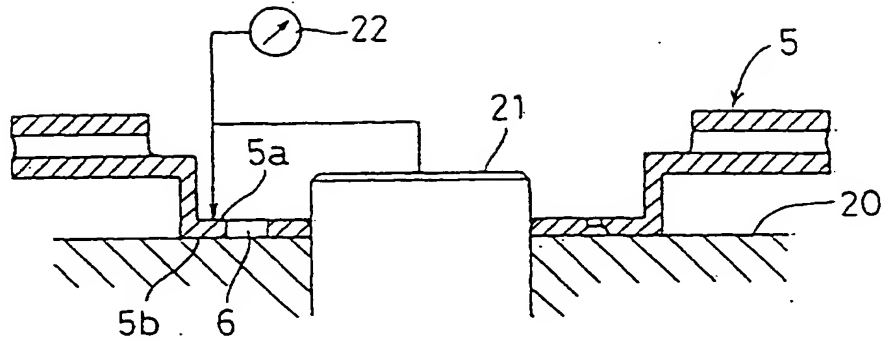


FIG. 4

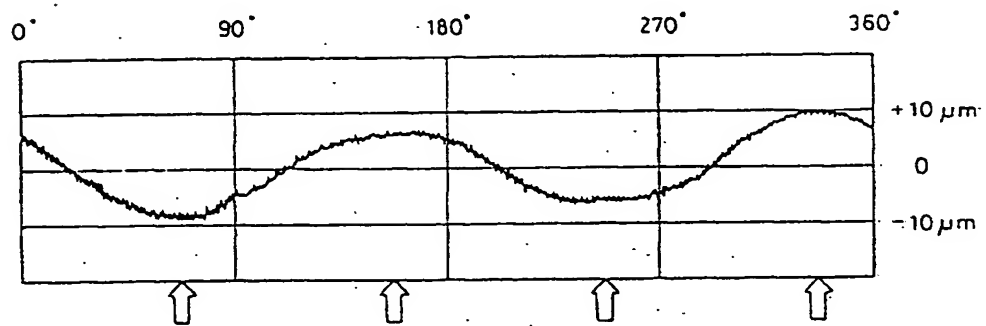


FIG. 5

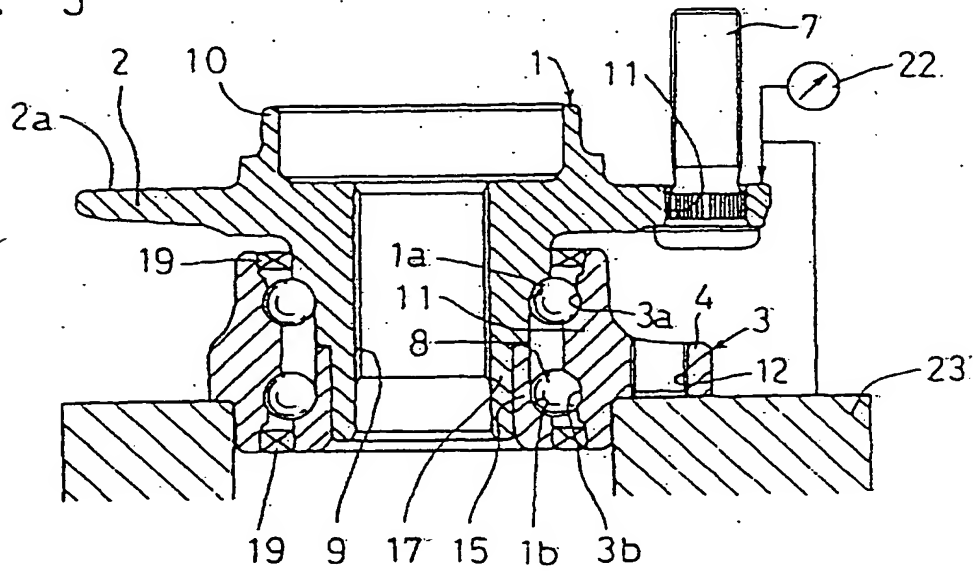


FIG. 6

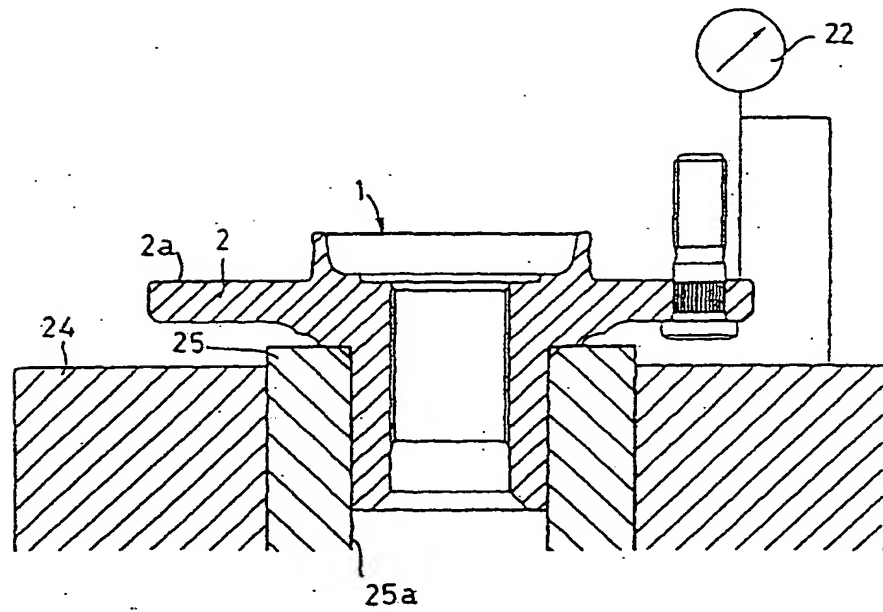


FIG. 7

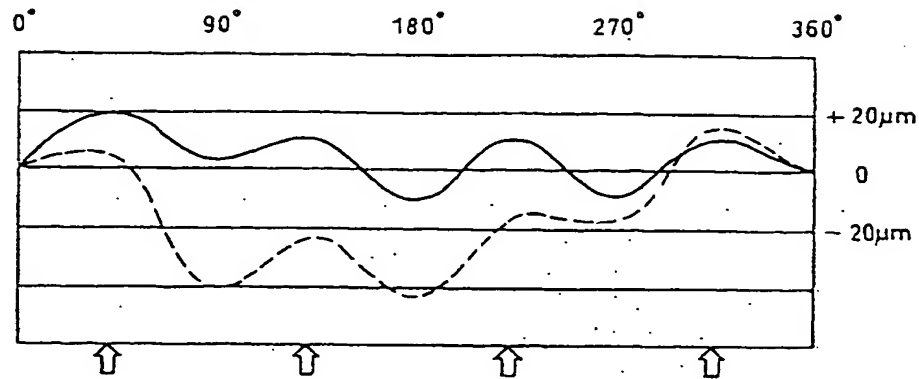


FIG. 8

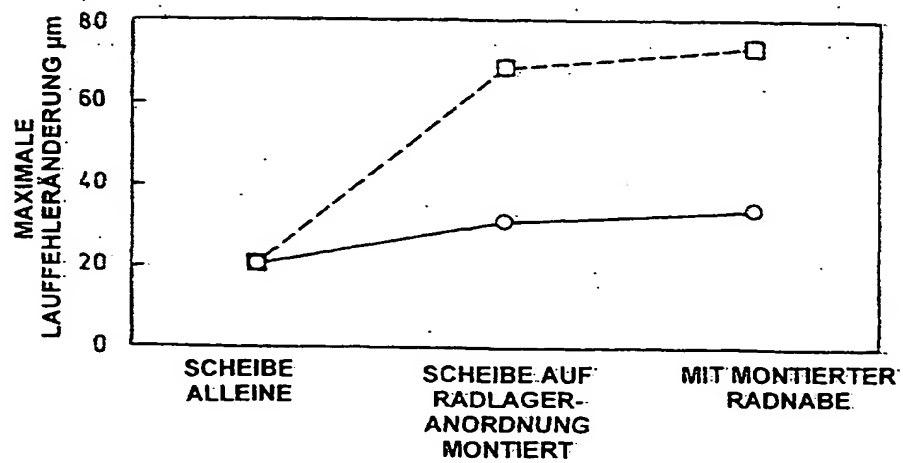


FIG. 9

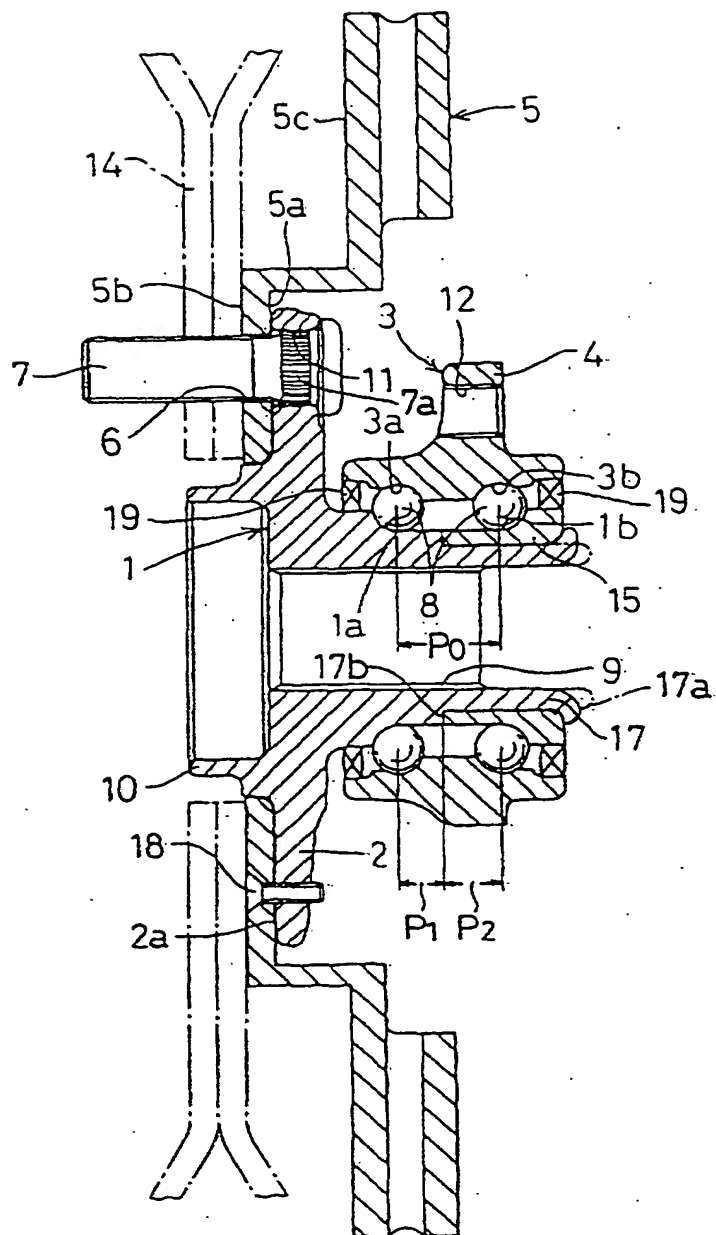


FIG. 10A

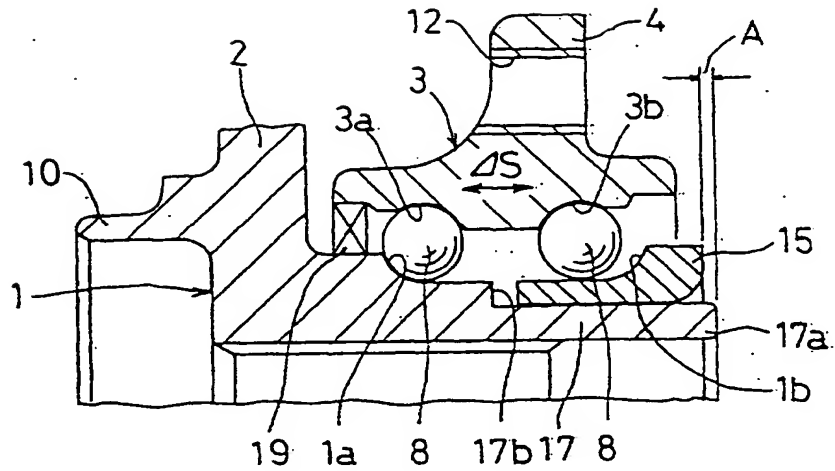


FIG. 10B

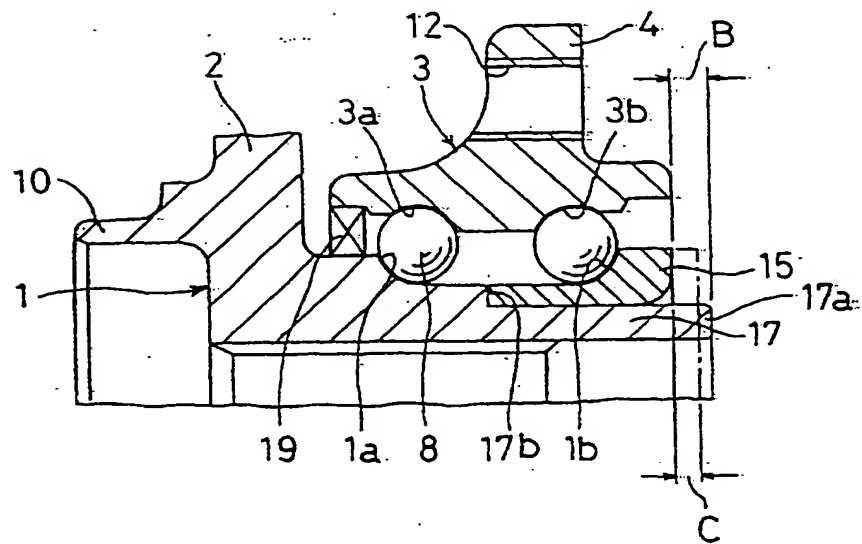


FIG. 12

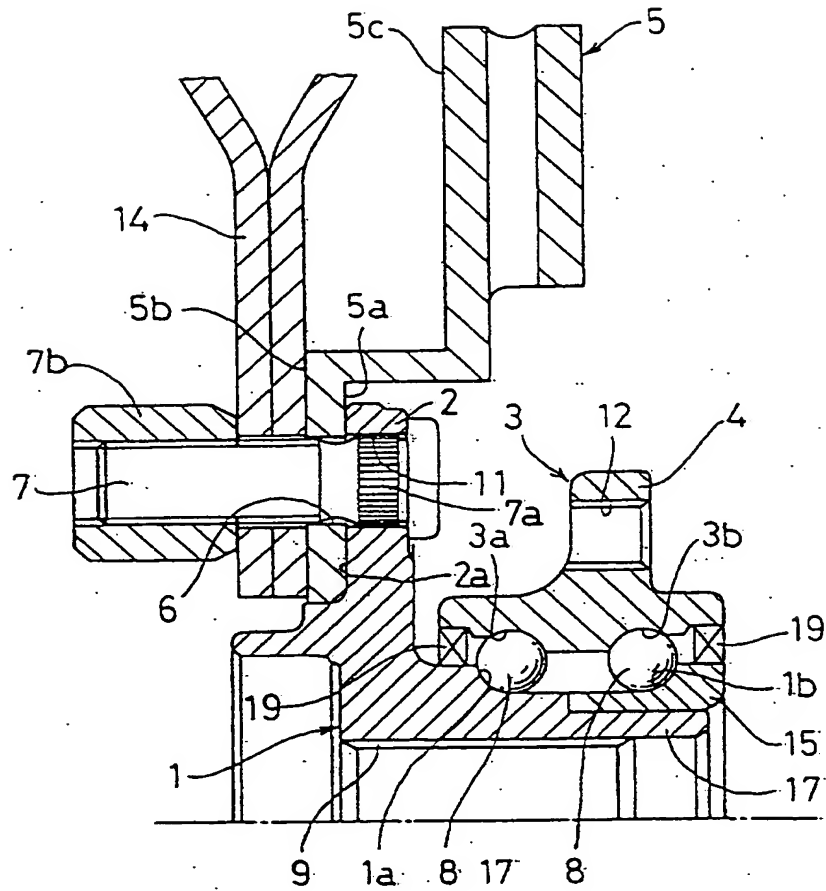


FIG. 13

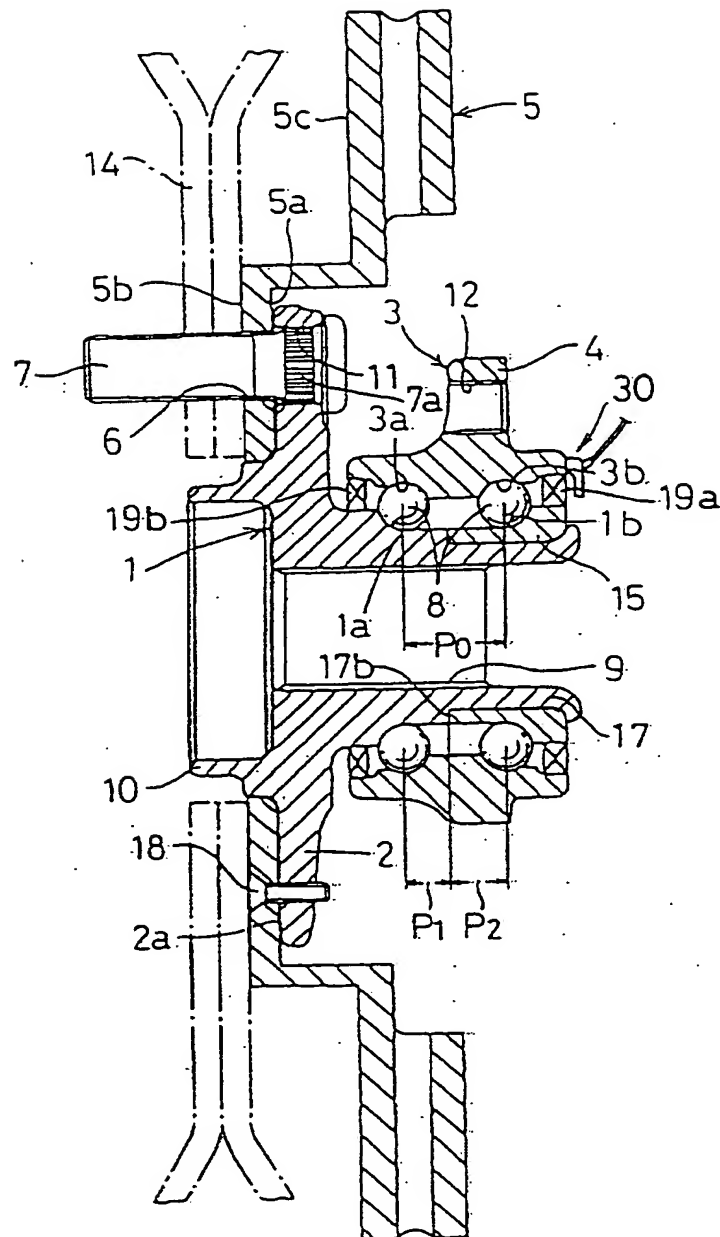


FIG. 14A

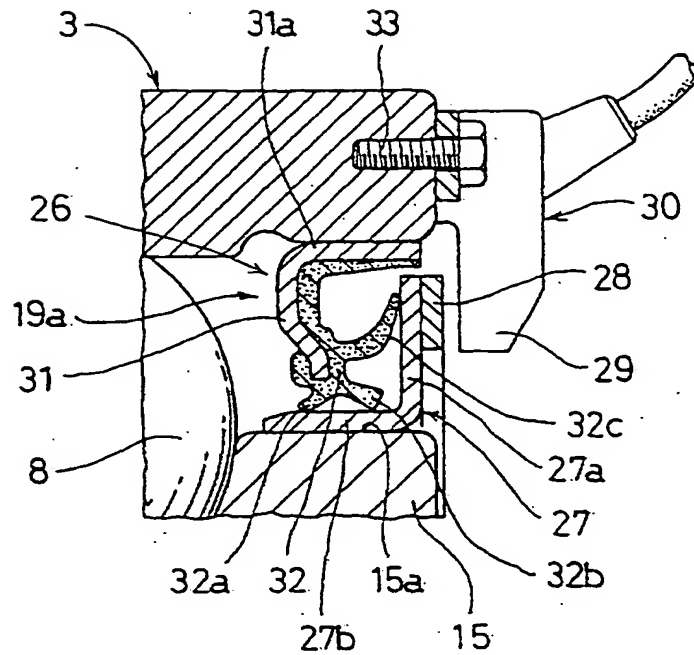


FIG. 14B

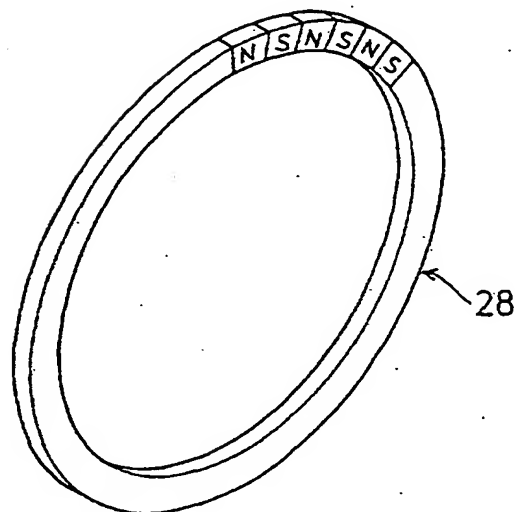


FIG. 15

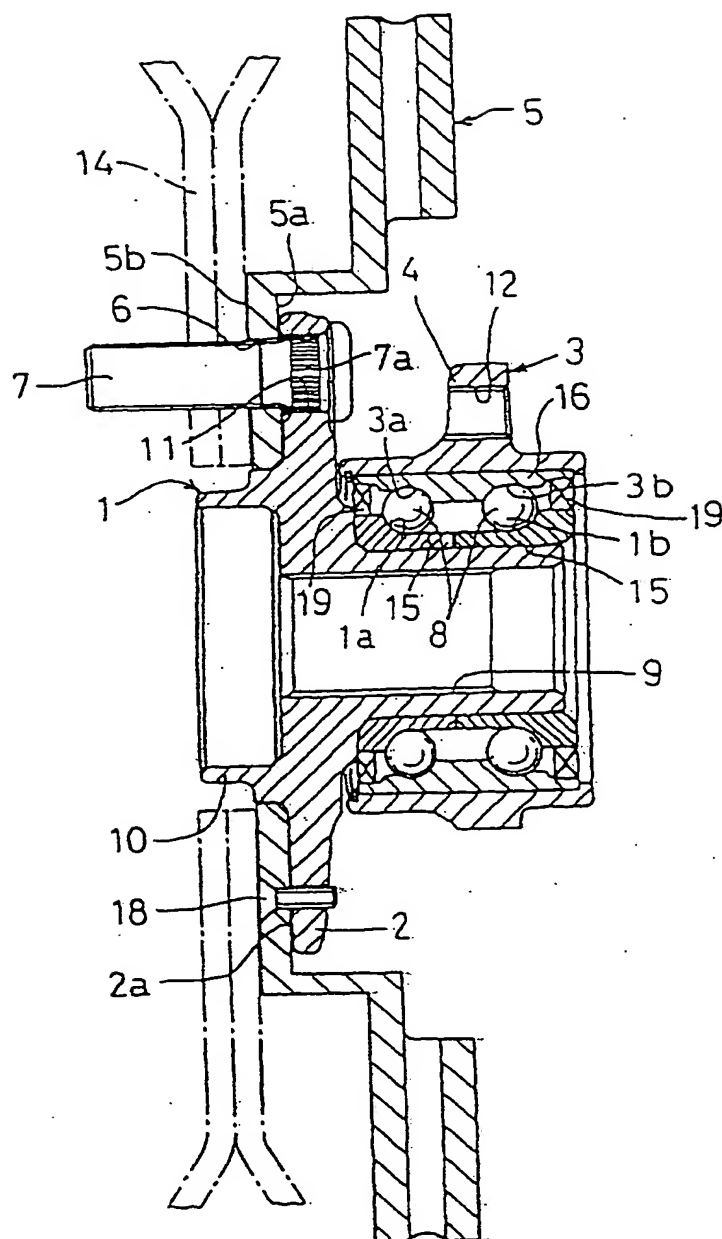


FIG. 16A

FIG. 16B

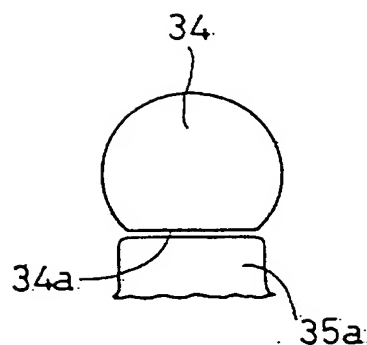
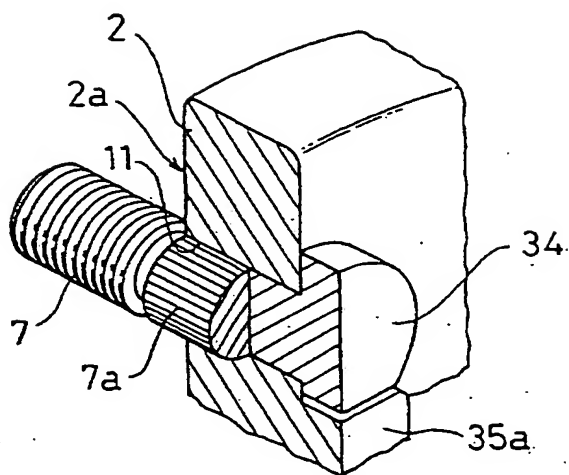


FIG. 17A

FIG. 17B

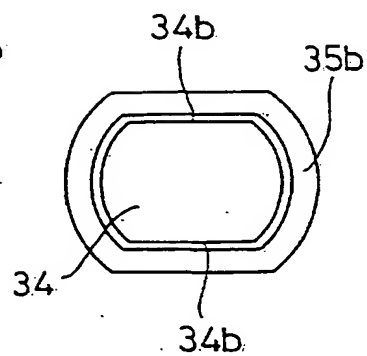
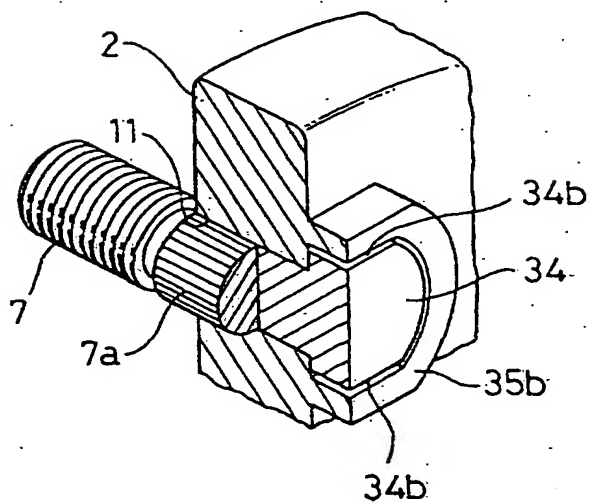


FIG. 18A

FIG. 18B

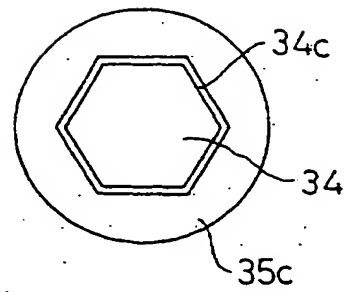
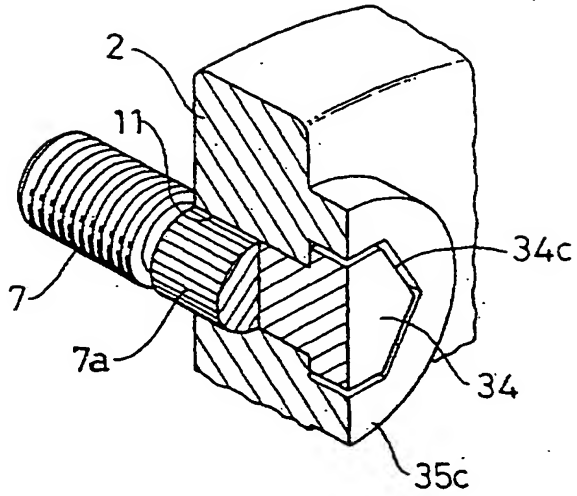


FIG. 19A

FIG. 19B

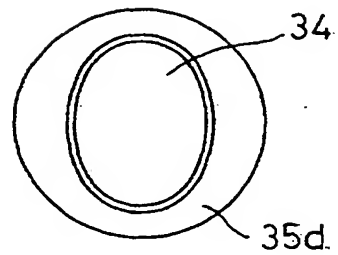
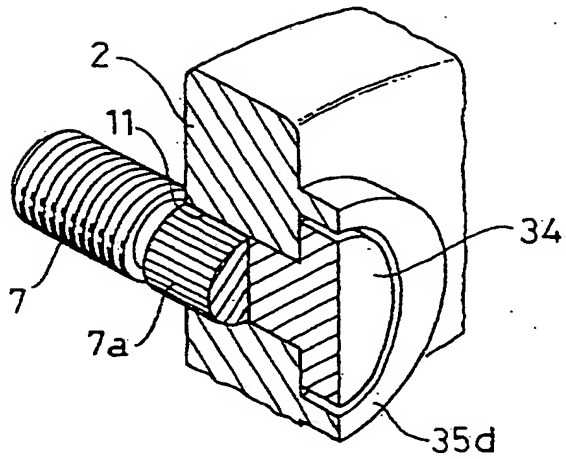


FIG. 20A

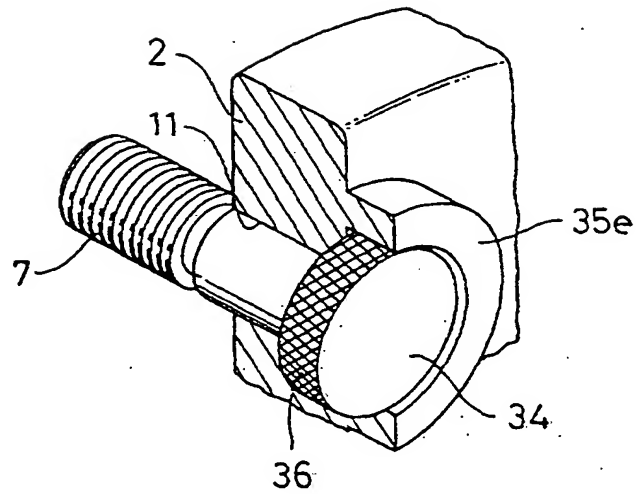


FIG. 20B

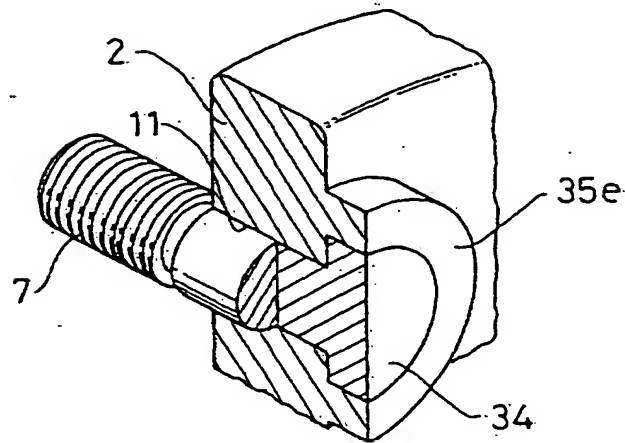


FIG. 21

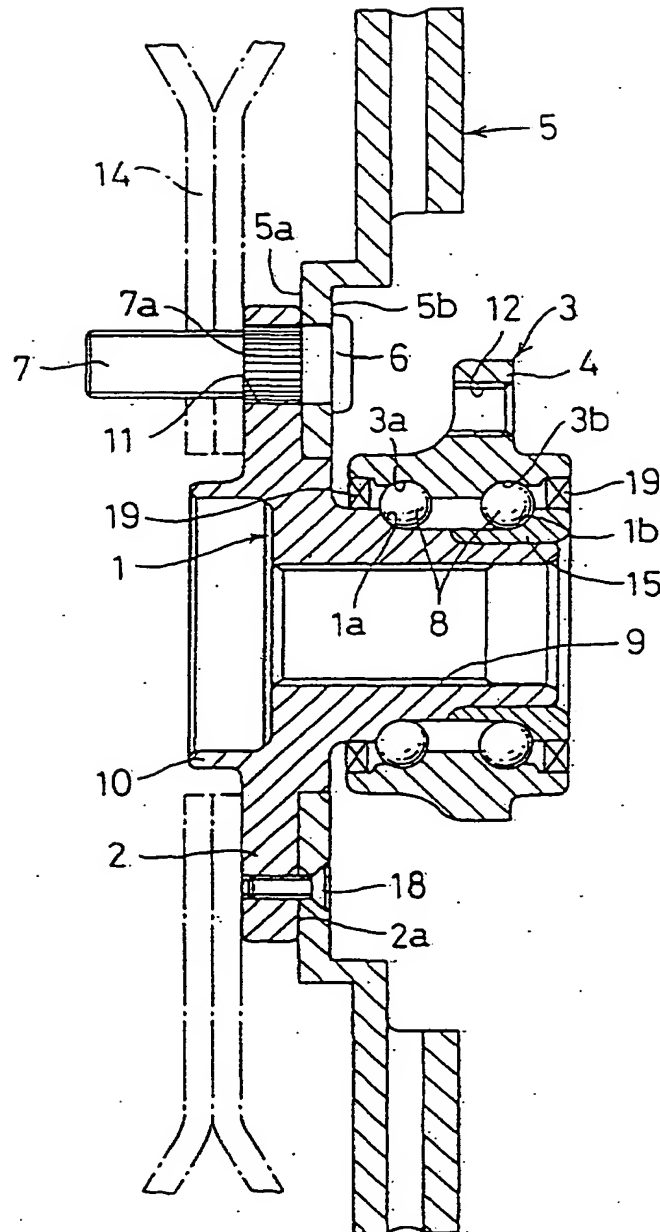


FIG. 22

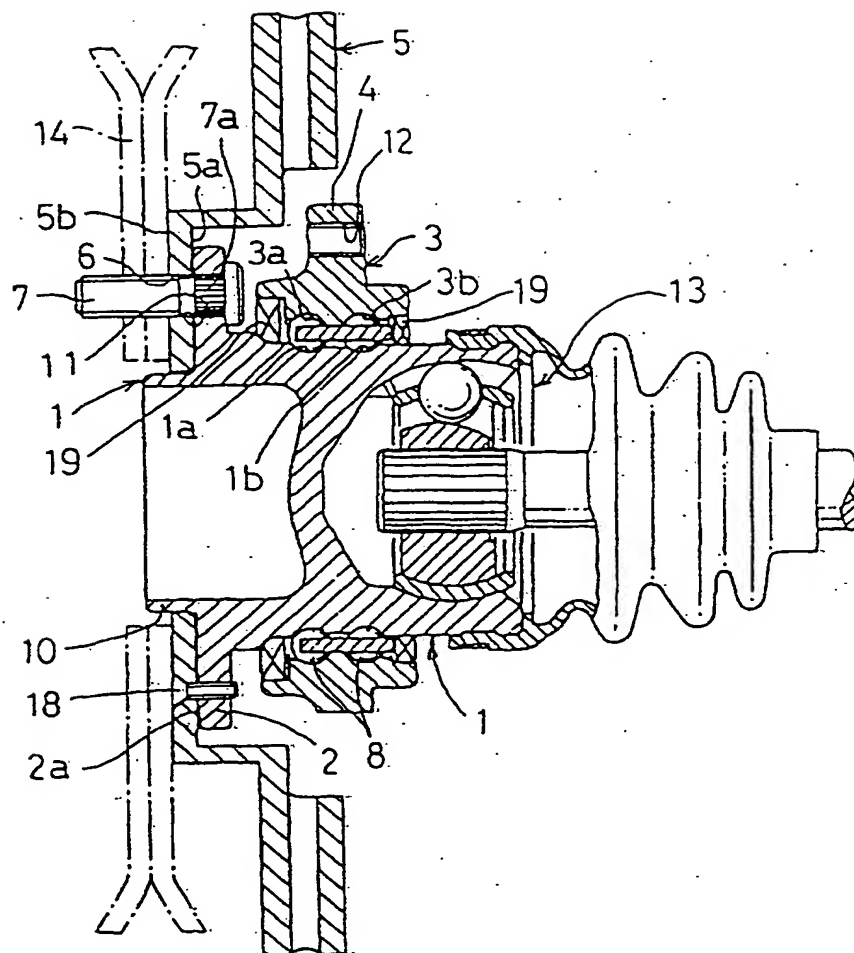


FIG. 23

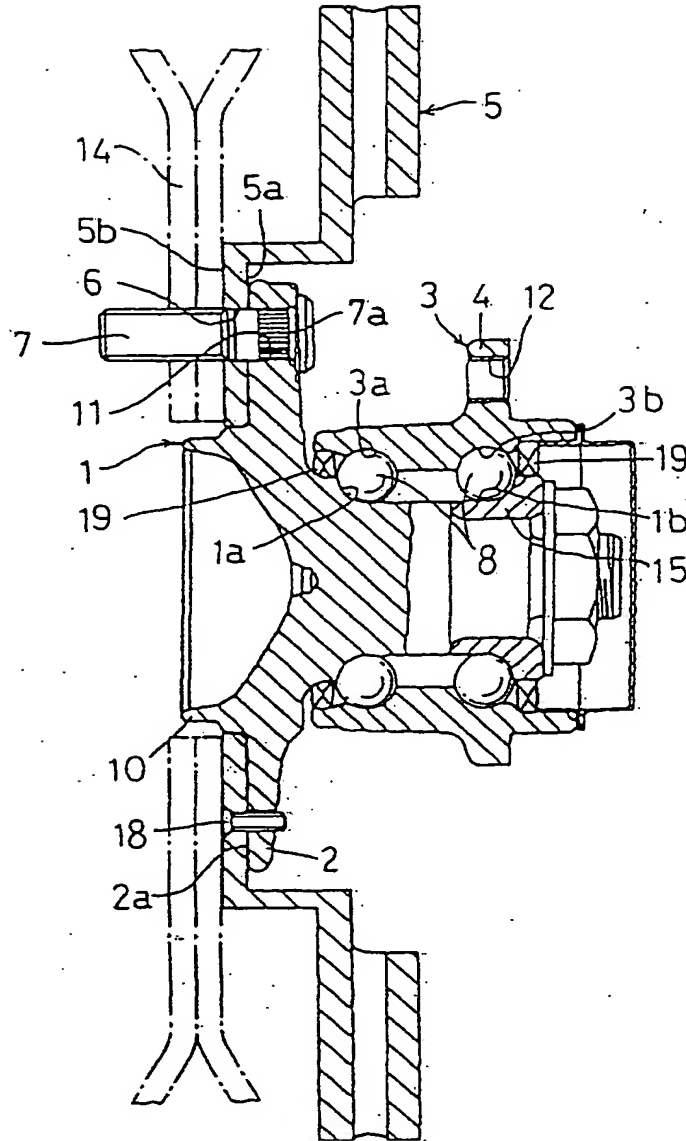


FIG. 24

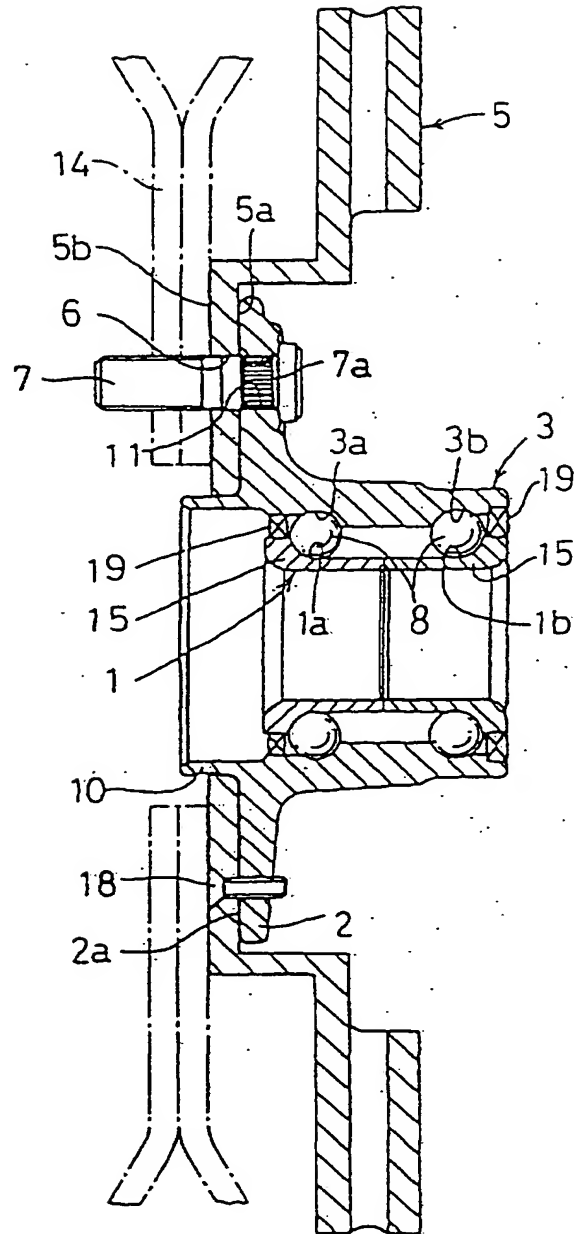


FIG. 25A

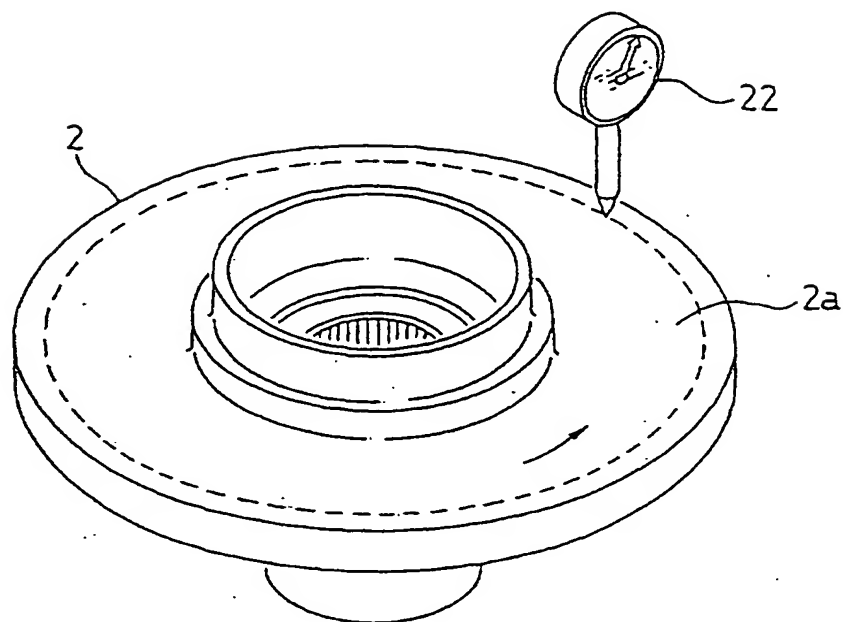


FIG. 25B

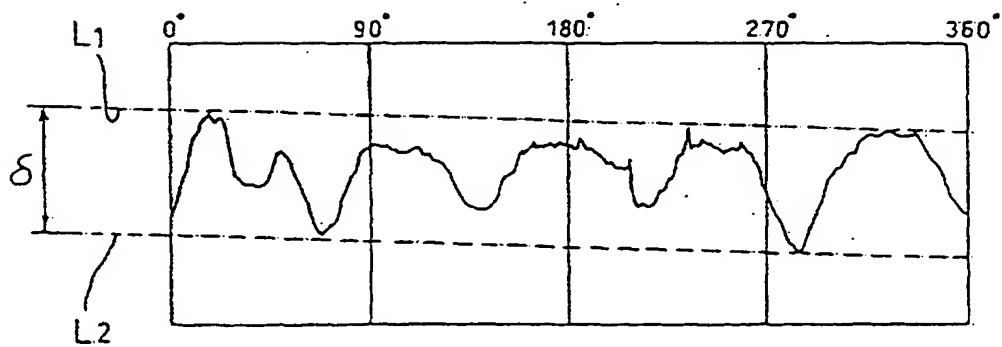


FIG. 26

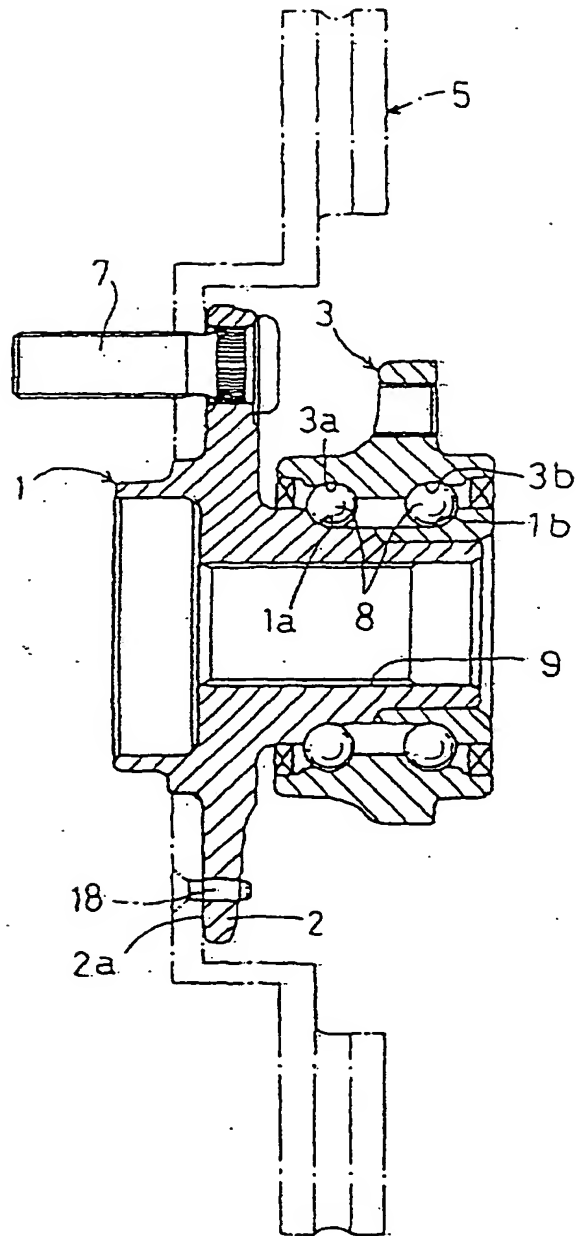


FIG. 27

